

抽蓄电站压力管道安装工艺

李林春

中国电建华东勘测设计研究院有限公司 浙江 杭州 311100

摘要：本文详细介绍了抽蓄电站压力管道的安装工艺及其质量控制措施。概述了抽蓄电站的基本原理和压力管道的结构与功能，然后详细阐述了安装前的准备工作，包括施工图纸审核、现场勘查、材料采购与检验以及施工设备与工具的准备。重点介绍了管道切割与坡口加工、管道组对与焊接、管道支架与附件安装以及管道试压与验收等安装工艺。最后，提出建立质量管理体系、明确质量检验方法和标准以及实施质量监督流程和措施等质量控制重点，以确保压力管道的安装质量。

关键词：抽蓄电站；压力管道；安装工艺

1 抽蓄电站压力管道概述

1.1 抽蓄电站的基本原理

抽蓄电站的基本原理基于电能与水的重力势能之间的转换。在抽水阶段，电能被转化为机械能，驱动水泵工作，将水从低处提升至高处，即上水库，此时电能减少，但水的重力势能增加。而在放水发电阶段，重力势能再次转化为机械能，驱动水轮机旋转，进而带动发电机发电，将储存的能量重新以电能的形式输送到电网中。这一循环过程不仅实现电能的时空调度，还有效提高电能的利用率和电力系统的稳定性。抽蓄电站的这一工作原理，使得其在电力系统中具有独特的优势。它能够在电网负荷低时储存电能，在负荷高时释放电能，有效平衡电网的供需矛盾^[1]。同时，由于其储能介质为水，具有清洁、无污染、可持续等优点，因此抽蓄电站也是实现绿色低碳、可持续发展的重要途径之一。

1.2 压力管道的结构与功能

压力管道作为抽蓄电站的核心组成部分，其结构与功能对于电站的正常运行至关重要。压力管道一般由钢管制成，具有较高的承压能力和良好的抗腐蚀性能。其结构通常包括管道本体、支撑结构、阀门及附件等部分。管道本体是水流传输的主要通道，其设计需充分考虑水流速度、压力及管道材料等因素，以确保管道的安全稳定运行。支撑结构则用于固定管道，防止其因水流冲击或地质变动而发生位移或损坏。阀门及附件则用于控制水流的流向和流量，以及保护管道免受意外损伤。压力管道的主要功能是实现水流的快速、稳定传输，确保抽蓄电站能够在不同工况下实现电能的高效转换与储存。同时，压力管道还具有一定的缓冲和调节功能，能够吸收和减弱水流中的压力波动和振动，保护管道及其连接件的安全性，延长使用寿命。

2 压力管道安装前的准备工作

在抽蓄电站的建设过程中，压力管道的安装是一项复杂且至关重要的任务。为确保安装过程的顺利进行以及最终管道系统的质量和安全性，充分的准备工作是必不可少的。这包括施工图纸的审核与现场勘查、材料的采购与检验，以及施工设备与工具的准备。

2.1 施工图纸审核与现场勘查

施工图纸是压力管道安装的基础和指导，其准确性和完整性直接关系到后续施工的质量与效率。在施工前，必须对施工图纸进行严格的审核。审核内容主要包括图纸的设计参数、尺寸标注、材料选用、施工说明等，确保图纸符合相关标准和规范，同时满足电站的实际运行需求。另外，现场勘查也是施工前不可或缺的一步。勘查内容应包括管道安装位置的地质条件、周围环境、交通状况等。地质条件的评估对于确定管道的埋设深度和支护方式至关重要。周围环境的考察有助于识别潜在的施工障碍和风险，如地下管线、建筑物基础等，从而提前制定相应的避让或保护措施。交通状况的评估则关系到施工材料的运输和设备的进场，确保施工期间的物流畅通无阻；在图纸审核与现场勘查的基础上，还需制定详细的施工方案和计划。施工方案应包括施工步骤、时间节点、人员配置、安全措施等，确保施工过程的科学性和有序性。同时，还需制定应急预案，以应对可能发生的突发事件，如天气变化、设备故障等，确保施工的安全和进度。

2.2 材料采购与检验

压力管道作为抽蓄电站的关键部件，其材料的选择和质量直接关系到管道系统的安全性和使用寿命。在材料采购阶段，必须严格按照施工图纸和相关标准的要求进行选材。选材时，考虑材料的力学性能、耐腐蚀

性、焊接性等因素,确保所选材料能够满足电站的实际运行需求。材料到货后,要进行严格的检验。检验内容应包括材料的外观质量、尺寸偏差、化学成分、机械性能等。外观质量的检查可以及时发现材料表面的裂纹、夹杂、锈蚀等缺陷。尺寸偏差的检查则确保材料符合设计图纸的要求。化学成分和机械性能的检验则通过实验室测试进行,以验证材料是否符合相关标准和规范的要求;对于检验不合格的材料,应及时进行退货或更换,确保所用材料的质量符合要求。同时,还需建立材料追溯体系,对每批材料的来源、检验记录、使用情况等进行详细记录,以便在出现问题时能够及时追溯和处理^[2]。

2.3 施工设备与工具准备

施工设备与工具的准备是压力管道安装前的另一项重要工作。施工设备的选择应根据施工图纸和施工方案的要求进行,确保设备能够满足施工需求。常用设备包括挖掘机、起重机、焊机、切割机等。这些设备在使用前应进行严格的检查和调试,确保其性能良好、安全可靠;工具的准备同样重要。根据施工步骤和工艺要求,选择合适的工具进行施工,如管道切割工具、坡口加工工具、测量工具、紧固件等。这些工具应具备良好的耐用性和精度,以确保施工过程的顺利进行和最终管道系统的质量;定期对设备进行清洁、润滑、检查等工作,及时发现并处理潜在问题,确保设备在施工期间的正常运行。同时,还需建立设备使用记录和维护档案,以便在出现问题时能够及时查找原因并采取相应的措施。

3 压力管道的安装工艺

在抽蓄电站的建设过程中,压力管道的安装工艺是关键环节之一,其质量和精度直接影响到电站的安全运行和长期稳定性。压力管道的安装工艺主要包括管道切割与坡口加工、管道组对与焊接、管道支架与附件安装,以及管道试压与验收。

3.1 管道切割与坡口加工

管道切割是压力管道安装的首要步骤,其准确性直接关系到后续安装的顺利进行。切割时应采用合适的切割设备,如等离子切割机、火焰切割机等,确保切割面平整、无裂纹、无毛刺。切割前,应对管道进行准确的测量和标记,确保切割长度和角度符合设计图纸的要求。切割后,还应应对切割面进行清理,去除氧化物、油污等杂质,为后续的坡口加工和焊接做好准备;坡口加工是管道焊接前的重要准备步骤,其目的是增加焊缝的熔深和熔宽,提高焊缝的强度和密封性。坡口加工应根据焊接方法和管道材料的特点进行,常见的坡口形式有V型、X型、U型等。加工时,应确保坡口角度、钝边、间

隙等参数符合焊接工艺的要求,同时保持坡口表面的清洁和平整。加工完成后,还应应对坡口进行质量检验,确保满足设计要求。

3.2 管道组对与焊接

管道组对是将切割和坡口加工好的管道段进行对接的过程,组对前,应对管道进行预热处理,以消除焊接应力和防止裂纹的产生。组对时,确保管道的中心线、垂直度和水平度符合设计要求,同时保持管道端面的间隙和错边量在允许范围内。组对完成后,采用专用的组对夹具进行固定,防止在焊接过程中发生位移。焊接是压力管道安装中的关键步骤,其质量直接影响到管道的强度和密封性。焊接前,根据管道材料和焊接方法的要求选择合适的焊条或焊丝,并进行焊前的预热处理^[3]。焊接时,严格控制焊接电流、电压、焊接速度等参数,确保焊缝的质量。同时,采用合理的焊接顺序和层间温度控制,以减少焊接应力和变形。焊接完成后,应对焊缝进行外观检查 and 无损检测,确保焊缝无裂纹、夹渣、未熔合等缺陷。

3.3 管道支架与附件安装

管道支架是支撑和固定管道的重要结构,其安装位置和数量应根据管道的设计参数和运行条件进行确定。支架的安装应确保管道在水平方向和垂直方向上的稳定性,同时防止管道因振动、热胀冷缩等原因产生的位移和变形。安装时,采用专用的安装工具和工艺,确保支架的垂直度、水平度和紧固度符合设计要求;附件的安装包括阀门、法兰、接头等管道连接件和辅助设备的安装。这些附件的安装质量和精度直接影响到管道的密封性和运行效率。安装前,对附件进行质量检验和清洗,确保其内部无杂质和损伤。安装时,应严格按照设计图纸和安装说明书的要求进行,确保附件的位置、方向和紧固度正确。同时,进行附件的功能性测试,确保其能够正常开启、关闭和密封。

3.4 管道试压与验收

管道试压是检验管道系统强度和密封性的重要手段,试压前,应对管道系统进行全面检查和清理,确保管道内部无杂质和遗留物。试压时,应采用合适的试压介质(如水、空气等)和试压方法(如压力试验、泄漏试验等),按照设计图纸和试压规范的要求进行。试压过程中,应严格控制升压速率和保压时间,同时观察管道系统的变形和泄漏情况。试压完成后,应对管道系统进行全面检查 and 无损检测,确保管道无裂纹、泄漏等缺陷;验收是压力管道安装的最后一步,也是对安装质量的全面检验。验收时,应检查管道的安装质量、焊

接质量、支架和附件的安装质量以及试压结果等。还应检查相关的施工记录和检验报告,确保所有安装步骤和检验程序均符合设计要求和相关规范。

4 抽蓄电站压力管道安装的质量控制

抽蓄电站压力管道作为电站的重要组成部分,其安装质量直接关系到电站的安全运行和长期稳定性。因此,建立科学、完善的质量控制体系,采取有效的质量检验方法和标准,以及实施严格的质量监督流程 and 措施,是确保压力管道安装质量的关键。

4.1 质量管理体系建立

建立质量管理体系是压力管道安装质量控制的基础,首先,明确质量管理的目标和原则,确立质量管理的组织架构和职责分工,确保各项质量管理工作有人负责、有人监督。其次,制定详细的质量管理流程和作业指导书,明确各个环节的质量要求、检验标准和操作方法,确保每个工序都符合设计要求和相关标准;建立质量信息反馈机制,及时收集、分析和处理质量信息,对发现的问题进行整改和纠正,不断提高质量管理水平;在质量管理体系中,注重人员培训和技能提升。定期组织技术人员、质检人员等进行专业培训和技能考核,提高他们的专业素养和质量意识,确保他们能够熟练掌握质量检验方法和标准,有效执行质量管理流程。

4.2 质量检验的方法和标准

在压力管道的安装过程中,根据不同阶段和环节的特点,采取合适的检验方法和标准。在原材料采购阶段,对原材料进行严格的检验和测试,确保其化学成分、力学性能等符合相关标准和规范要求。在加工制作阶段,应对切割、坡口加工、组对等工序进行质量检验,确保尺寸精度、表面质量等符合设计要求。在焊接过程中,对焊缝进行外观检查、无损检测(如射线检测、超声波检测等)和力学性能试验,确保焊缝的质量满足相关标准和规范要求。在现场安装阶段,对管道支架、附件等进行安装质量检验,确保安装位置、紧固度等符合设计要求。在试压验收阶段,对管道系统进行压力试验和泄漏试验,确保管道系统的强度和密封性满足设计要求;为确保质量检验的准确性和可靠性,建立严格的检验标准和规范。这些标准和规范应根据国际、国内相关标准和电站的实际运行需求进行制定,确保质量检验的科学性和有效性。同时,定期对检验设备和工具

进行校准和维护,确保其准确性和可靠性^[4]。

4.3 质量监督的流程和措施

在质量监督过程中,应明确监督的对象、内容和要求,制定详细的监督流程和措施。首先,建立质量监督计划,明确各个阶段和环节的监督要点和监督频率,确保监督工作的全面性和有效性。其次,设立专门的质量监督小组或机构,负责实施质量监督工作。监督小组应定期或不定期地对施工现场进行检查和抽查,对发现的问题及时进行处理和整改;建立质量监督记录和档案,对监督过程、发现的问题及整改情况进行详细记录和分析,为今后的质量管理工作提供参考和借鉴;在质量监督过程中,还应注重与施工单位的沟通协调。通过定期召开质量例会、技术交流等方式,加强与施工单位的沟通与联系,及时了解施工情况和存在的问题,共同研究解决方案,确保压力管道安装质量的稳步提高。建立激励机制和约束机制,对施工单位的施工质量和监督小组的监督工作进行奖惩,提高施工单位的质量意识和监督小组的监督效能。

结束语

综上所述,抽蓄电站压力管道的安装工艺及其质量控制措施对于电站的安全运行和长期稳定性具有重要意义。通过严格遵循施工图纸和施工方案的要求,精心准备施工材料和设备,采用先进的安装工艺和技术手段,以及建立科学、完善的质量控制体系,可以有效确保压力管道的安装质量。未来,随着技术的不断进步和经验的积累,抽蓄电站压力管道的安装工艺和质量控制措施将会更加完善和优化。

参考文献

- [1]晏明昆.抽蓄电站压力管道安装工艺[J].水电站机电技术,2024,47(9):105-108. DOI:10.13599/j.cnki.11-5130.2024.09.032.
- [2]马锦锋.压力管道安装焊接工艺质量控制策略探讨[J].化学工程与装备,2020,(04):201-202.
- [3]张鹏飞.压力管道安装典型质量问题分析[J].化工管理,2021(34):152-154.
- [4]姬硕.新龙口电站压力管道施工技术[J].河南水利与南水北调.2023,52(5).DOI:10.3969/j.issn.1673-8853.2023.05.017.