

# 水利工程混凝土铜止水带安装施工技术

杨波 龚磊

江苏省水利建设工程有限公司 江苏扬州 225000

**摘要：**水利工程中的大坝、水闸、输水隧洞等混凝土结构通常设置永久性变形缝与施工缝，以应对温度变化、地基不均匀沉降等引起的变形。这些接缝若处理不当，极易成为渗漏的薄弱环节，直接威胁工程的整体安全与耐久性。铜止水带因其极佳的延展性、抗腐蚀能力和可靠的防渗效果，被广泛应用于此类关键接缝的止水系统中。其安装施工质量是确保接缝密封性能、保障水利工程长期稳定运行的核心要素，受到工程界的高度重视。本文将系统阐述水利工程混凝土铜止水带从材料选择到最终验收的全过程关键技术要点，旨在为规范施工操作、保障工程质量提供清晰的技术指引。

**关键词：**水利工程；混凝土；铜止水带；安装施工技术

## 引言

铜止水带是水利工程混凝土结构接缝防水的关键环节，其安装质量直接决定工程整体的防渗安全性与长期耐久性。规范化的施工技术对于保障水工建筑物稳定运行、发挥工程综合效益具有重大意义。系统梳理铜止水带从材料控制到安装工艺的全流程技术要点，可为提升水利工程建设质量提供重要技术支持。

## 一、材料选择与验收标准

### 1. 材料选择

水利工程中，铜止水带宜选用T2或T3型号的紫铜带，其状态应为软态（M），以保证优异的柔韧性、延展性和抗腐蚀性能。其化学成分，如铜加银含量不低于99.5%，以及物理力学指标，如抗拉强度与延伸率，必须完全满足《GB/T2059-2017》等国家及行业标准规范。原材料应质地均匀，无夹层、起皮等内在缺陷，确保在混凝土结构发生温度变化或沉降变形时，止水带能够随之伸缩而不被撕裂。材料的选择直接决定了止水系统长期运行的可靠性与耐久性，是质量控制的首要环节。

### 2. 验收标准

铜止水带运抵现场后，应立即核验其出厂质量证明文件，包括产品合格证和材质单。实物验收时，需进行全面的外观检查，表面应光滑平整，不允许有任何肉眼可见的分层、裂纹、孔洞、气泡及过度的划痕。尺寸验收应使用精度满足要求的卡尺、卷尺等工具，对其厚度、宽度及鼻高、鼻宽等关键尺寸进行抽样测量，偏差必须控制在设计及规范允许的公差范围内；特别需要对铜止

水带母材进行物理检测，如抗拉强度，延伸率，冷弯，相对密度，熔点，硬度，厚度需要符合GB/T2059-2017规定。对于任何一项检验结果不合格的材料，必须予以清退，严禁在工程中降级使用或混用。

## 二、施工前准备

### 1. 技术准备与交底

施工前的技术准备是确保铜止水带安装工程得以精准、顺利实施的基石。此项工作始于对设计文件的深度解读，技术人员必须全面熟悉施工图纸及相关规范，不仅要精确掌握铜止水带在结构中的平面位置、安装标高与空间走向，更要深刻理解其不同结构块间的连接方式、接头处理工艺以及相邻钢筋、预埋件等构件的复杂空间关系。在此基础上，需编制具有高度针对性和可操作性的专项施工方案，该方案应详尽规定从材料验收、测量放样、安装固定、接头焊接到混凝土浇筑保护的全流程工艺标准，并明确关键质量控制点、安全风险防控措施及突发事件应急预案。最终，必须将技术准备成果通过正式会议形式，向所有参与施工的管理人员及作业班组进行透彻的技术与安全交底，通过图纸展示、工艺讲解、答疑互动等方式，确保指令传递无误，使每位执行者都能清晰领悟设计意图、掌握标准工法、知晓验收要求，从而从源头上杜绝因信息偏差或理解不足导致的施工错误，为创建优质工程奠定坚实基础。

### 2. 基面处理要求

混凝土基面的处理质量是确保铜止水带与混凝土形成有效粘结并发挥防渗效能的先决条件。基面必须达到坚实平整的结构要求，彻底清除所有松动浮浆、浮渣、

油污及其他杂质，为止水带提供稳定的安装基础。对于施工缝结合面，必须进行深度凿毛处理，直至均匀露出新鲜粗骨料，以显著增强新旧混凝土的机械咬合作用。所有可能接触止水带的尖锐棱角、混凝土凸起及外露钢筋头，均需使用专业机具打磨成光滑圆弧状，彻底消除在施工过程中可能造成的损伤风险。完成全部表面处理后，基面必须保持绝对清洁干燥状态，任何残留水分或污染物都会在界面上形成隔离层，不仅影响粘结效果，更可能成为潜在的渗漏通道。基面处理工作的验收必须严格执行上述标准，确保每个环节达到规范要求。

### 3. 测量放样定位

精确的测量放样是保证铜止水带安装位置准确、实现其设计功能的核心步骤。此项工作必须依据经过复核无误的设计图纸，使用检定合格的全站仪、水准仪等高精度测量仪器，在已验收合格的混凝土基面上进行。首先需精确测放并清晰标出结构变形缝或施工缝的理论中心线，此中心线是整个安装过程的根本基准。随后，以此中心线为参照，严格根据设计尺寸，向两侧标定出铜止水带双翼的安装边缘控制线。为了确保长距离或复杂段落安装的直线度与平顺度，必须在直线段每隔适当距离、在转弯处及交叉节点等关键部位设置牢固、清晰的可追溯控制点或安装定位桩。这套由中心线、边线及控制点构成的完整放样控制系统，将为后续止水带的吊装就位、精细调整以及最终固定提供唯一、可靠的几何依据，从而从根本上确保止水带全程安装的线性流畅、标高正确，并能完美适应结构的变形需求。

## 三、铜止水带安装

### 1. 定位固定安装

依据测量放样所给出的中心线与边线，采用专用钢筋支撑架或型钢卡具对铜止水带进行精确安装与牢固固定。安装过程中，核心控制目标是确保止水带的鼻部中心线与接缝中心线严格对正，其两侧翼板必须与混凝土基面完全贴合，整个止水带在长度方向上应保持自然平顺，绝对避免出现任何扭曲、褶皱或局部卷边等影响防渗效果的变形。固定点的间距需经过严谨计算与施工方案确定，基本原则是在直线段可适当放宽，但在转弯半径较小或异形结构段必须进行加密处理。此举旨在利用均匀分布的约束力，有效抵抗混凝土浇筑时产生的冲击荷载和振捣动能，从根本上杜绝止水带可能发生的位移、上浮或侧翻等质量风险，确保其在混凝土中设计位置的稳定性，此为后续工序顺利进行的關鍵前提。

### 2. 接头焊接质量控制

铜止水带的现场接头连接是整个防渗体系中最关键的薄弱环节，其质量直接决定止水效果。必须采用双面搭接焊的连接方式，搭接长度须严格保证不小于20毫米的设计要求。焊接作业必须由持证上岗且经验丰富的专业焊工操作，并选用与母材化学成分匹配的专用铜焊条。施焊前，必须使用砂布或钢丝刷对搭接区域进行彻底打磨清理，完全去除表面氧化层与油污，直至露出金属光泽。焊接过程中需严格控制热输入，确保焊缝熔合良好、连续饱满、表面平整，无咬边、夹渣、气孔、未焊透等缺陷。焊后应令其自然冷却，严禁泼水急冷以防产生裂纹。焊缝冷却至环境温度后，须进行百分之百的外观检查，并对所有重要部位的焊缝采用煤油渗透法或其它可靠手段进行密封性检验，确保万无一失。

## 四、混凝土浇筑与保护

### 1. 浇筑前复查与保护

在混凝土开盘浇筑前，必须对已安装固定的铜止水带进行最终的全面质量复查。此复查为一道关键的质量控制程序，需系统性地复核其中心线是否与接缝中心线对正、安装标高是否符合设计、整体线形是否平顺、固定支架是否焊接牢固可靠，并仔细检查止水带表面特别是翼板与鼻梁部位是否存在任何施工过程中造成的划伤、穿孔或压痕。在确认所有指标均合格后，必须立即对暴露在外的止水带采取有效的临时保护措施，使用质地柔韧的木板、硬质泡沫板或土工布等材料对其进行覆盖包裹，重点防护突出的鼻梁结构和薄弱的翼板边缘。此举旨在有效规避后续钢筋绑扎、模板支设及施工人员频繁走动等作业可能带来的意外机械损伤或污染，确保止水带在混凝土浇筑开始时处于完好的设计状态。

### 2. 浇筑过程控制要点

混凝土浇筑与振捣是铜止水带施工中最易对其造成损伤且对防渗质量影响至关重要的环节。卸料时，必须严格控制混凝土的下料高度与位置，严禁料斗直接对准止水带卸料，避免骨料对其产生剧烈冲击。当浇筑面与止水带存在较大高差时，必须使用串筒或溜槽等工具降低混凝土的下落落差。振捣作业需由经验丰富的工人谨慎操作，振捣棒严禁直接接触止水带本体，应保持不少于20厘米的安全距离。在止水带周围，尤其是鼻部下方不易密实的区域，应改用小型振捣棒进行细致、有序的慢速振捣，确保混凝土砂浆能充分包裹止水带并填充其周边所有空隙，从而形成致密的混凝土体，彻底消除可能形成的渗水路径。

### 3. 成品保护措施

在混凝土浇筑完成后，对铜止水带的成品保护需延续至其被完全覆盖或隐蔽。在止水带所在区域进行土方回填或上层结构施工时，必须制定严格的作业方案，绝对禁止重型机械设备直接在止水带上方区域行走或作业，以防止其承受过大荷载而发生不可恢复的压扁或扭曲变形。拆模过程中应小心操作，避免模板碰撞或刮伤可能外露的止水带部分。对于需要长期外露的止水带端头或交叉接头等关键部位，应加装坚固的保护罩或设置醒目的隔离标识，以防范后续施工活动或外部环境对其造成人为损坏或腐蚀。必须建立明确的责任制与巡查制度，实施持续有效的保护，直至其被安全隐蔽。

## 五、质量检查与验收

### 1. 施工过程巡检

施工过程中的质量巡检是实施主动控制、确保工序质量符合设计要求的关键手段。质检人员需对从基面处理、测量放样、止水带安装固定到接头焊接的每一道工序进行全程跟踪检查与旁站监督。在基面处理阶段，重点核查其平整度、坚实度及清洁度；测量放样后，必须复核基准线、控制点的精度与保护情况；在止水带安装环节，需使用靠尺、线坠等工具检查其安装平整度与垂直度，严格复核鼻部中心线与接缝中心线的对中偏差，并逐一查验固定支架的间距、焊接质量及整体牢固性。对于巡检中发现的不符合项，均应立即以书面形式指出，并监督施工班组进行限期整改与复验，严格执行“上道工序不合格，下道工序不进行”的原则，确保所有质量问题在工序交接前得以彻底解决，将质量隐患消除于萌芽状态。

### 2. 焊缝质量专项检测

铜止水带接头的焊缝质量是整个防渗体系中最薄弱且至关重要的环节，必须作为独立分项进行专项检测。检测首先从外观质量开始，合格的焊缝表面应饱满平整，呈均匀细密的鱼鳞状纹路，无可见的裂纹、夹渣、气孔、咬边及未熔合等缺陷。外观检查合格后，必须对所有重要部位的焊缝进行严格的密封性试验。工程中普遍采用煤油渗透法进行检验，即在焊缝一侧均匀涂刷一层白垩粉浆，待其干燥后，在焊缝另一侧反复涂刷煤油，若在规定时间内白垩粉层表面未出现任何油渍浸润斑点，则判定为合格。对于有更高防水要求的结构部位，可酌情采用更为精密的真空检测法或压缩空气检测法，以确保焊缝内部致密无任何渗漏通道。

### 3. 最终验收与资料归档

所有安装及混凝土浇筑工序完成后，应组织由建设单位、监理单位、施工单位及质量监督部门共同参与的最终现场验收。验收工作必须严格依据经审批的设计图纸、施工方案及相关技术规范进行，对铜止水带的安装中心位置、标高、线性平顺度、外观完整性以及现场成品保护措施的实施情况进行全面核查与确认。与此同时，必须同步完成所有质量记录文件的系统性整理与归档工作。这套完整的工程档案至少应包括：材料进场验收记录及材质证明书、施工测量放样记录、焊缝质量检查记录及检测报告、隐蔽工程验收记录、工序交接记录以及反映关键施工节点的影像资料等。这些文件是工程质量可追溯性的核心法定依据，其完备归档标志着铜止水带分项工程的最终合规完成。

## 结束语

铜止水带安装是保障水利工程混凝土结构接缝防渗安全的核心技术环节。通过严格执行材料质量控制标准，精准实施基面处理、测量定位、焊接连接及混凝土浇筑等关键工序，可确保止水系统形成连续可靠的防渗体系。实施全过程的精细化施工管理与质量控制，是构建耐久防渗屏障的重要保障，对提升水工建筑物整体安全性及延长工程使用寿命具有决定性意义。

## 参考文献

- [1] 付海涛. 水利工程混凝土镀锌钢板止水带安装施工技术[J]. 科学技术创新, 2025, (20): 155-158.
- [2] 焦建军, 张强, 武光华, 等. 地下结构型钢混凝土扶壁柱钢板止水带导墙施工技术[J]. 建筑技术开发, 2025, 52(07): 53-57.
- [3] 郭建涛. 铜止水技术在堆石坝混凝土面板接缝止水中的应用分析[J]. 四川水泥, 2023, (07): 117-119.
- [4] 王兆斌. 混凝土结构钢板止水带制作安装方法探究[J]. 房地产世界, 2021, (10): 129-130+133.
- [5] 蒋金城, 张成斌. 水利工程止水带更换施工工艺探讨[J]. 科学技术创新, 2020, (09): 106-107.
- [6] 刘思源, 徐耀, 郭磊, 等. 高混凝土面板堆石坝波形止水带数值模拟分析[J]. 水力发电, 2019, 45(01): 28-31.
- [7] 谭勇. 混凝土橡胶止水带紧固式安装施工工法. 湖北省, 湖北水总水利水电建设股份有限公司, 2018-03-01.