

净零清洁大型纺织工业建筑多维耦合管沟体系施工技术研究

胡铭扬

中冶天工集团有限公司 天津 300308

【摘要】：随着现代纺织工业向自动化、智能化方向发展，厂区内各类管线（强电、弱电、仪表、压缩空气等）及空调通风系统日益复杂。地沟作为承载这些系统的“生命线”通道，其施工质量直接关系到工厂的安全运行、能源效率和环境控制。本文针对大型纺织厂中电缆沟与回风沟的施工技术进行系统性研究，从设计优化、关键施工技术（如防水、防沉降、结构成型）、质量控制及 BIM 技术应用等方面进行深入探讨，旨在形成一套科学、高效、可靠的综合性施工理念，为同类工程的施工提供参考和借鉴。

【关键词】：纺织工业；电缆沟；回风沟；施工技术；防水防潮；BIM 技术

DOI:10.12417/2811-0536.26.09.078

引言

大型纺织工业建筑生产环境特殊，对温湿度、洁净度要求高，且用电设备多、负荷大。电缆沟用于集中敷设全厂动力、照明及控制电缆，回风沟则是空调系统实现节能回风的关键通道。传统地沟施工常存在渗漏水、结构开裂、内部空间冲突、后期维护困难等问题，严重影响工厂的安全生产和稳定运行。因此，对地沟施工技术进行专项研究，具有重要的工程实践价值和经济意义。本文将从设计阶段入手，结合施工全过程，分析大型纺织工业建筑地沟的技术难点，并提出相应的解决方案和技术措施。

1 大型纺织工业建筑多维耦合管沟的功能特点与设计要求

1.1 电缆沟的功能与设计要求

电缆沟的功能体现在安全敷设电缆，便于检修和维护。设计上要求防水防潮，防止地面积水和地下水渗入，避免电缆绝缘老化、短路。沟底设置排水坡度（通常 $\geq 0.5\%$ ），并设置集水坑和自动排水装置。内部应进行防火封堵，使用阻燃材料。合理设计电缆支架的层数和间距，预留充足的敷设和检修空间。设置完善的接地扁钢或圆钢，并与全厂接地网可靠连接。

1.2 回风沟的功能与设计要求

回风沟功能体现在将车间内的空气高效、无泄漏地回送至空调机组。设计上要求沟壁必须光滑、密闭，防止漏风和灰尘积聚，保证回风效率和空气品质。减少空气流动阻力，降低风机能耗。在高温高湿地区，需考虑保温措施，防止沟壁结露滴水，污染车间环境。充分应对回风中可能含有的纤维粉尘和微量化学物质，提高耐腐蚀能力。

2 大型纺织工业建筑多维耦合管沟技术研究意义

为响应国家重大战略需求，实现“碳达峰、碳中和”

国家目标，对大型纺织工业建筑地沟技术的前瞻性研究，是赋能未来智慧纺织工厂的基石。构建安全可靠、节能高效与数字智能的地下生命线系统，直接保障了生产工艺的极致稳定与产品的高端品质，为企业带来显著的全生命周期经济效益，必将成为推动纺织产业实现高端化、绿色化与智能化升级的核心驱动力之一。更是我国从“纺织大国”迈向“纺织强国”进程中，在工业建筑基础技术领域实现引领的关键一环。

3 多维耦合管沟施工关键技术研究

3.1 图纸会审与节点确认

在设计初审阶段，必须将建筑、结构、暖通（针对回风沟）、电气（针对电缆沟）图纸进行叠加审查，检查地沟与厂房柱基、设备基础、其他管线的空间位置是否有冲突，及时修改避免问题出现。还需重点关注地沟转角、伸缩缝、沉降缝、穿墙管道等细部节点的防水和钢筋构造。绘制详细的节点大样图。在图纸上注明准确的排水坡度（通常坡向集水井），电缆沟需考虑排水或防水措施。

3.2 深化设计与综合布置

管沟（电缆沟、风沟）是工业建筑的“动脉”与“神经”，内部环境隐蔽难查，出现问题风险较高。且多数施工现场管沟种类众多，数量庞杂，纵横交错，交叉作业繁多，施工难度较大。在施工前，利用 BIM 技术进行三维建模，整合土建、结构、工艺设备、机电管线等专业。可提前发现电缆沟、回风沟与设备基础、其他管线之间的空间碰撞，优化路径和标高，避免返工。地沟路径应避开大型设备震动区域和高温区域，与消防管道、给排水管道保持安全距离。高精度 BIM 模型进行轻量化处理，使 BIM 模型构件与传感器数据（温度、湿度）自动挂接与映射，实现监测数

据在三维场景中的实时、直观、空间化展示。通过 BIM 模型实时监测施工现场管沟情况，对交叉碰撞等情况提前介入优化，确保施工进度和安全。

3.3 结构施工技术

这是质量控制的执行阶段，重在“过程控制”，从土方、钢筋、混凝土、模板等施工环节进行严格控制。

(1) 土方阶段：根据地质条件和开挖深度，选择合格的放坡系数或支护形式（如钢板桩、槽钢支护）。严禁超挖，预留 20~30cm 土层由人工清底，避免扰动地基原状土。机械开挖后，立即进行地基钎探、验槽。如遇到软弱土层，需按设计要求进行换填（如级配碎石）或加固处理。地基承载力必须符合设计要求。

(2) 垫层施工：验收合格后，及时施工混凝土垫层。垫层表面应平整、坚实、为后续防水层施工提供良好的基面。控制垫层顶面标高，作为地沟底板的标高基准。

(3) 钢筋施工：严格材料控制，钢筋规格、型号、数量符合设计图纸，有出厂合格证和复试报告。重点控制保护层厚度，使用高强混凝土垫块，确保钢筋不接触模板。保护层过小易导致地沟外侧钢筋锈蚀。受力钢筋（焊接或机械连接）接头位置相互错开，采用双层钢筋之间的支撑（马凳筋）稳固，防止混凝土浇筑时上层钢筋塌陷，确保钢筋间距。

(4) 模板施工：宜采用强度高、不易变形的模板（如大型钢模板、覆膜木胶合板）确保拼缝严密，接缝处使用双面胶条防止漏浆。保证沟壁的平整度和垂直度。必须采用足够的强度、刚度、稳定性的模板支撑体系。对于较高的地沟侧壁，应采用对拉螺栓加固。对拉螺栓必须焊接止水环，成为刚性防水节点，拆模后，将螺栓头割除，并用防水砂浆封堵密实。

(5) 混凝土施工：混凝土工程是核心控制环节，纺织工业建筑地沟混凝土必须有良好的抗渗性（通常要求 P6 及以上）和耐久性。采用预拌混凝土时，明确告知商混站设计强度、抗渗等级、塌落度等要求。宜掺加优质粉煤灰或矿粉，以减少水化热，提高和易性和后期强度。采用“斜面分层、薄层浇筑、循序推进、一次到顶”的方法，避免出现冷缝。使用插入式振捣器时，快插慢拔，布点均匀，避免漏振和过振。严禁振动钢筋和模板。确保混凝土密实，这是防渗的关键。

(6) 凿毛处理：在已硬化的混凝土表面浇筑前，必须凿毛处理，清除浮浆和松动石子，露出坚实基层。

用水冲洗干净，并充分湿润（但无明水）。在施工缝界面处铺设一层与混凝土同强度等级的水泥砂浆（约 50mm 厚），然后再浇筑新混凝土。

(7) 养护：混凝土初凝后，立即覆盖塑料薄膜或土工布进行保温保湿养护，时间不少于 14 天。防止因失水过快和内外温差过大而产生收缩裂缝。这是控制地沟开裂和渗漏的重中之重。

3.4 防水、防潮施工技术

防水、防潮是大型纺织工业建筑地沟施工的核心。主要分为 4 个方面进行质量控制。

(1) 保证混凝土的配合比、浇筑和养护质量，筑牢结构自防水第一道防线。

(2) 在结构外侧迎水面铺设 SBS 改性沥青防水卷材或高分子自粘卷材，做好保护层，进行柔性外包防水。

(3) 施工缝处设置止水带，变形缝处中埋式橡胶止水带，外贴式止水带和嵌缝材料多道设防，预埋防水套管，管道与套管之间用沥青麻丝填塞，再用防水油膏密封。

(4) 电缆沟可在内壁涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料，进行内部防潮第二道防线。

3.5 沟内附属设施施工技术

一般大型纺织工业建筑内地沟数量众多，沟内含有大量支架、接地等施工，是纺织工业建筑地沟施工中不可忽视的重要一环。主要分为 3 项内容。

(1) 热镀锌角钢或复合材料作为电缆支架，安装前精准放线，确保支架平直、间距均匀，焊接牢固并做好防腐处理。

(2) 通长敷设-40x4 镀锌扁钢，所有支架与之焊接，并与主接地网多点可靠连接，测试接地电阻值符合规范要求，形成接地系统。

(3) 盖板安装需与沟壁搭接长度足够，支座处坐浆饱满，确保平整、稳定、无响声。回风沟盖板接缝处需用密封胶处理，以保证气密性。

4 回风沟和电缆沟特殊控制要点

4.1 回风沟特殊控制要点

回风沟是纺织厂空调通风系统的“静脉”，它与送风系统（动脉）共同构成一个完整的空气循环。其核心价值在于节能、稳定环境、保障生产，起到节能降耗、维持车间温湿度均匀和稳定、保证空气品质和洁净度、实现气流组织和压力控制、提高空调系统运行效率等功能。因此在气密性、内壁平整度、防腐施工

控制严格。对于气密性内壁抹灰要求极高,必须光滑、平整、无裂纹,减少风阻和积尘。混凝土自身的抗渗和防裂是基础。内壁平整度直接影响送风效率和清洁程度。模板质量和混凝土浇筑质量是关键。纺织工业建筑空气湿度大,可能含有腐蚀性成分(如浆纱工序的化学品),内壁需充分考虑砂浆抹面和防腐涂料施工质量控制。

4.2 电缆沟特殊控制要点

电缆沟是工厂的“神经与血管通道”,它集中、有序地承载和保护着为全厂设备输送电力和信号的电缆。核心作用是保障供电安全和可靠性。具有便于敷设、检修和后期扩容、优化厂区空间布局、实现有效散热和提供完善接地和屏蔽功能。在防水排水、直接预埋和防火阻燃施工控制严格。严禁任何渗漏。除结构自防水外,通常需在沟底设置排水坡度(约0.5%)和集水坑,配备排水泵进行防排水。侧壁预埋的电缆支架铁件必须位置准确、标高一致、安装牢固。穿越防火分区时,电缆沟应进行防火封堵,确保安全可控。

5 施工质量控制措施

5.1 建立质量管理体系

根据相关施工要求及技术标准规范,建立质量管理体系,实行技术交底质量责任制、质量奖惩制、样板引路、三检制(自检、互检、专检)等相关制度,

严格控制产品质量。

5.2 加强过程控制

对防水层施工、混凝土浇筑、止水带安装等关键工序进行旁站监督,实时发现问题,提出措施,整改完善,在第一时间完成闭环。

5.3 成品保护控制

地沟施工完毕后,及时覆盖,防止建筑垃圾堵塞和损坏。拆模后严禁在地沟壁上开洞。后续施工中,防止重物撞击沟壁。地沟内保证干燥和清洁。

6 结语

综上所述,大型纺织工业建筑多维耦合管沟体系施工是一项系统工程,必须坚持“设计先行、技术为本、精细施工、严格管控”的原则。通过应用BIM技术进行深化设计,严格控制混凝土结构施工质量,重点做好防水、防潮的细部节点处理,并精确安装内部附属设施,可以有效解决传统施工中的各类通病,建造出安全、耐久、高效的多维耦合管沟系统。未来,随着新材料、新工艺的不断发展,如预制装配式地沟、高性能纤维混凝土等,多维耦合管沟施工将向着工厂化、标准化、绿色化的方向迈进,进一步提高施工效率和质量,降低全生命周期成本,更好地服务于现代智慧纺织工厂的建设。

参考文献:

- [1] 混凝土结构设计规范《GB 50010-2010》.
- [2] 地下工程防水技术规范《GB 50108-2008》.
- [3] 电力工程电缆设计标准《GB 50217-2018》.
- [4] 王庆云.工业厂房电缆沟防水施工技术探讨[J].建筑施工,2020,42(05):123-125.
- [5] 李智,王守君.基于BIM技术的综合管廊施工碰撞检测与优化[J].图学学报,2019,40(03):567-572.