输电线路基础工程设计及施工工艺适配

张伟成

杭州鑫泰电力设计有限公司　浙江　杭州　311400

摘　要：输电线路基础工程属于保障电网安全运行的重要隐蔽工程，本文以该工程为研究主体，重点探究其设计与施工工艺的适配体系。梳理了基础工程的类型特性、标准化设计内容与各类施工工艺规范，分析了工艺适配的核心原则、对应维度及各类制约因素，同时提出了多项针对性优化措施，能够有效完善施工适配模式，提升输电线路基础工程的建设质量与长期运行稳定性。

关键词：输电线路；基础工程设计；施工工艺适配

引言：输电线路基础作为电力基建的关键部分，设计方案和施工工艺的匹配度不足，会滋生各类结构隐患，进而影响电网长期运行的安全性。目前输电线路施工地质环境较为复杂，工程普遍存在设计与施工衔接不紧密、工艺适配效果差、质量管控不规范等问题，限制了电力基建的标准化发展。本文针对以上问题开展研究，分析工艺适配的相关原则、维度与制约条件，给出对应的优化对策，可为基础工程建设质量提升提供理论参考。

1 输电线路基础工程核心概述

输电线路基础是依托多类工程学科建成的地下结构，主要承担杆塔各类荷载，能够维持输电线路结构稳定，该工程区别于普通建筑基础，侧重地质适配与结构防护性能，整体施工范围较广，地质条件相对复杂，对设计与施工的标准化程度有着较高要求，工程质量会直接影响输电线路的运行安全[1]。该基础主要分为板式、台阶式、灌注桩以及岩石锚杆四种类型，各类基础可适配不同地质环境与施工场景，工程设计和施工工艺相互约束、相互支撑，设计决定工程性能上限，施工工艺影响工程落地精度，工艺适配能够保障基础结构运行稳定，统一工程施工标准，优化工程资源配置，实现电力基建工程安全与效益的协同发展。

2 输电线路基础工程标准化设计体系

2.1 工程设计基本原则

输电线路基础工程的设计工作需要遵循电力基建行业规范，依托岩土力学与结构力学的基础理论开展设计工作，工程整体需要遵循四项核心设计准则，以此保障设计方案具备科学性与严谨性。设计人员需要落实安全承载的基本要求，全面核算工程各类组合荷载与场地地质承载力参数，确定基础结构尺寸、埋设深度及配筋相关参数，让基础结构的抗沉降、抗倾覆与抗滑移性能符合行业规范标准，规避结构受力失效的各类隐患；设计工作需要依托场地岩土勘察所得数据，全面掌握场地土层结构、岩土承载力、地下水位等地质参数，匹配适配的基础结构形式，避免通用化设计和实际地质工况出现脱节问题；在设计环节可在合规安全的前提下优化结构冗余设计，精简多余结构配置，适配标准化施工工艺，减少工程各类资源消耗；设计过程也需要综合温度形变、岩土腐蚀等长期影响因素，优化工程材料与结构参数，保障基础工程满足输电线路长期运行的耐久标准。

2.2 核心设计参数体系

输电线路基础工程的标准化设计参数主要包含地质参数、荷载参数和结构参数三类，三类参数彼此关联、相互约束，能够共同规范整体工程的设计方案[2]。工作人员开展基础设计工作时，需要以地质参数作为前置参考条件，这类参数涵盖地基承载能力、岩土摩擦系数、土体压缩模量、地下水位埋深、岩土腐蚀等级与地基形变模量等关键指标，能够直接指导基础形式选型、基础埋深设定以及基底尺寸设计工作，可有效预防地基沉降、滑移、倾覆等安全问题；荷载参数是结构受力设计的核心依据，其中包含杆塔竖向自重、线路水平张力、风荷载、覆冰荷载、地震荷载等动静组合荷载，设计人员需要依照行业规范完成荷载核算工作，以此确定极限受力状态下的结构安全冗余；结构参数是工程设计落地的具体指标，涵盖基础埋深、基底尺寸、桩体规格、配筋参数、混凝土标号、保护层厚度等内容，所有参数都需要适配地质条件与荷载标准，以此构建完整稳定的结构受力体系。

2.3 不同基础类型核心设计要点

输电线路各类基础结构的受力机制存在一定区别，设计人员需要依据差异化设计思路，针对不同基础制定对应的设计方案。板式基础的设计工作主要围绕基底尺寸优化和沉降防控展开，工作人员可结合现场地基承载能力计算基底受力面积，把控基础埋设深度，避开浅层不稳定土层，同时合理布置内部钢筋结构，分散上部集中荷载，避免结构弯曲开裂；台阶式基础需要合理搭配各级台阶的长宽尺寸，保证荷载均匀传递，平缓处理台阶过渡位置，消除结构应力集中现象，统一整体混凝土标号，维持结构协同受力能力；灌注桩基础需要合理确定桩体长度、直径与配筋参数，让桩体深入稳定岩层，依据综合荷载优化配筋规格，强化桩体抗倾覆、抗弯曲能力，优化桩顶连接结构，保障荷载传递稳定；岩石锚杆基础需要结合岩体状态设定锚杆参数，核算锚杆抗拔性能匹配上部荷载，调整注浆配比，提升锚杆与岩体、混凝土的粘合效果，避免出现锚固失效的问题。

3 输电线路基础工程主流施工工艺体系

3.1 施工工艺核心准则

输电线路基础工程施工工艺的制定与实施，需要遵循四项基础准则，以此保证施工流程科学规范且适配现场工况。施工工作需要全面对标工程设计文件，严格依照图纸参数开展作业，保证施工成品和设计标准保持一致；各施工工序需要设定明确的技术与验收标准，搭建完整的质量管理体系，实现施工全过程可控化管理；施工工艺需要贴合现场地质、水文及地形条件，选用适配的施工方式，规避地质因素带来的质量问题；施工阶段需要控制各类形变扰动，减少对基础结构和原生岩土体的破坏，维持工程整体结构稳定。

3.2 各类基础标准化施工工艺核心流程

输电线路不同类型的基础结构会依据自身设计特点与受力特性，形成对应的标准化施工流程，各类工艺均有规范的作业流程与质量管控重点[3]。板式基础以整体施工浇筑为主，施工中需要把控基底密实度、混凝土振捣及养护质量，防止地基不均匀沉降；台阶式基础采用分层成型施工方式，工作人员需要严控分层尺寸、接缝密实度与浇筑间隔时间；灌注桩基础为深基础施工模式，需规范成孔、清孔、钢筋笼安装及混凝土灌注工序，规避桩体结构缺陷；岩石锚杆基础侧重精准钻孔与压力注浆作业，需要保证钻孔、定位及注浆质量，满足结构锚固抗拔的受力需求。

3.3 施工工艺通用技术标准

输电线路基础工程的各项施工操作，都需要遵守统一的通用技术规范，规范内容主要包含几何尺寸精度、原材料性能、结构密实度与养护管控四项基础内容。施工人员需要将基础各项几何参数误差控制在规范允许范围，避免尺寸偏差造成结构受力失衡；各类施工原材料的性能指标需要契合设计标准与行业要求；混凝土浇筑和注浆作业需要保证结构密实，减少各类施工缺陷，稳定结构承载能力；工作人员需要规范管控混凝土养护的周期与环境条件，降低裂缝产生概率，保障基础结构的使用耐久性。

3.4 施工工艺规范化管控要求

输电线路基础施工工艺需要落实全流程规范化管理模式，搭建事前、事中和事后的三级管控体系。工作人员在施工前期需要审核工艺方案，完成技术交底工作，核验各类原材料性能，保证施工方案适配工程设计要求与现场工况；施工期间需要把控各工序的执行精度，常态化核查施工参数与作业流程，及时修正各类工艺偏差；施工结束后需要开展质量验收工作，通过标准化检测方式核查基础结构的尺寸、强度、密实度等关键指标，以此满足设计与规范要求，形成完整的闭环管控模式。

4 输电线路基础设计与施工工艺适配机制

4.1 工艺适配核心原则

输电线路基础设计与施工工艺的适配工作需要遵守四项核心原则，以此保障整体适配工作具备科学性、精准性与实用性。工程开展工艺适配工作时需要坚守性能优先的基本要求，各项适配调整、参数优化以及工艺选型工作，都需要将结构承载能力、抗倾覆性能和使用耐久性作为首要标准，工作人员不能为了适配施工工艺随意简化结构设计、下调工程设计标准；工艺适配属于设计与施工的双向协同优化过程，施工工艺可以结合设计结构形式与参数标准完成匹配适配，设计方案也能够依托现有成熟工艺体系调整结构冗余与结构样式，实现二者的相互契合；工艺适配需要优先选用行业通用的标准化施工工艺，减少特殊非标工艺的使用，提升适配体系的通用性与可复制性；工作人员开展适配工作时，需要充分结合施工现场的地质、水文、地形条件调整匹配方案，针对复杂工况优化设计参数与施工工艺，避免通用适配模式和特殊施工工况出现脱节问题。

4.2 设计与施工工艺的核心适配维度

输电线路基础设计与施工工艺的适配工作主要包含四个核心维度，分别为结构形式适配、参数精度适配、材料体系适配以及工序流程适配，四项内容能够共同

构成完整的全方位适配体系[4]。工作人员需要做好结构形式的匹配工作，不同类型的基础结构需要搭配对应的施工工艺，以此保障施工开展的可行性与结构整体完整性；工程设计标注的结构尺寸、基础埋深、配筋规格等精度指标，需要和施工工艺的精度控制能力相互匹配，设计标准不能超出常规施工可控范围，施工精度也需要满足设计误差要求，避免出现参数偏差累积的情况；工程设计确定的各类建材参数，需要适配对应工艺的作业特点，让材料本身的性能可以充分发挥出来；施工工序的安排需要贴合基础结构成型与受力构建的设计逻辑，让整体作业流程可以契合结构受力体系的建设要求，保障设计方案能够顺利落地实施。

4.3 工艺适配的关键制约因素

从理论研究角度来看，输电线路基础设计与施工工艺的适配效果，会受到三类核心因素的约束，这些因素能够直接影响工程适配精度与施工协同水平。工程设计的标准化程度是首要制约条件，个性化、非标准化的结构设计与特殊参数设置，很难适配通用的标准化施工工艺，往往需要定制专属施工方案，会降低整体适配效率，也会提升工程质量的管控难度，标准化的常规结构设计则可以实现工艺的快速精准匹配；施工现场的地质工况复杂度也会影响适配效果，平整均质的简单地质条件适配难度较低，地形起伏大、岩土结构复杂、地下水富集的施工场景，会限制常规工艺的正常应用，需要反复调整设计参数，大幅提升双向适配难度，容易产生适配偏差；现有施工工艺体系的技术上限同样存在约束作用，施工技术的精度、作业范围和成型能力存在固有局限，部分高指标的优化设计方案无法完整落地，会造成工程实际性能和设计理论性能出现偏差。

4.4 设计与施工工艺适配的优化路径

结合输电线路基础工艺适配存在的各类制约问题，行业可以依托现有工程理论体系，通过四项优化方式完善设计与施工工艺的适配体系，提升整体适配工作的规范性与精准性。相关工作人员可以推行模块化、标准化的设计模式，统一不同常规工况下的基础结构尺寸与设计参数，搭建通用设计资源库，以此适配常规施工工艺，降低非标设计产生的适配问题；在工程领域可以建立地质工况、设计方案与施工工艺联动的适配机制，依据岩土勘察结果划分工况等级，匹配对应的基础结构与施工方式，形成完整的闭环适配模式[5]。行业需要改变传统的单向适配模式，搭建设计与工艺双向协同的优化机制，让设计工作贴合施工技术条件，同时依托新型施工技术更新传统设计理念；相关单位还需要完善适配管控标准，明确不同基础类型、不同施工工况的适配指标与管控要求，搭建全流程管理体系，从制度层面保障工艺适配的整体质量。

结束语

综上所述，输电线路基础工程的设计与施工工艺适配，是电力基建质量管控的重要环节，标准化设计体系可以保障基础结构保持稳定，完善的施工工艺体系能够支撑设计方案落地。二者适配水平会直接决定基础承载能力、耐久性能与运行安全，梳理各类适配制约条件，落实多项优化管控措施，能够有效改善设计与施工脱节的问题，规范工程建设流程，推动电力基建施工的标准化与规范化发展。

参考文献

[1] 胡建君. 输电线路工程杆塔基础加固处理方案研究 [J]. 中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术,2025(11):188-191.

[2] 邓超. 软土地基上输电线路基础设计和加固措施研究 [J]. 中文科技期刊数据库（全文版）工程技术,2025(12):151-154.

[3] 董斌, 杨继平, 王北战, 段溢剑. 输电线路工程货运架空多支点索道路径自动规划 [J]. 计算机仿真,2025,42(12):72-76.

[4] 盛烽平, 徐跃军. 电力工程输电线路施工技术分析 [J]. 中国科技期刊数据库工业 A,2026(2):096-099.

[5] 吕崇正, 杨辰, 陈文骏, 王立超. 电力工程输电线路施工技术探究 [J]. 新潮电子,2026(7):196-198.