

输电线路全过程 机械化施工技术

设计分册

国家电网公司基建部 组编

Design



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

输电线路全过程 机械化施工技术

设计分册

国家电网公司基建部 组编

Design



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

输电线路全过程机械化施工是一项系统集成创新工程,包含设计技术、施工装备、施工工艺、组织管理等创新,是一种全新的工程建设模式。开展全过程机械化施工研究与应用是落实科学发展观,实现以人为本,建设“资源节约型,环境友好型”电网的具体举措,有利于实现一流装备技术、一流安全水平、一流建设质量、一流管理水平,对持续提升智能电网工程建设能力具有重要意义。

本书为《输电线路全过程机械化施工技术 设计分册》,主要阐述输电线路全过程机械化施工设计技术,分为两篇:第一篇为总论,包括概述、工作过程、主要内容及成果;第二篇为输电线路全过程机械化施工设计,包括概述、设计主要内容、机械化施工基础设计、机械化施工接地设计等内容。

本书可供输电线路工程建设的设计、施工、管理等专业人员使用,也可供从事线路施工机具设计、制造的工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

输电线路全过程机械化施工技术.设计分册/国家电网公司
基建部组编. —北京:中国电力出版社,2015.4

ISBN 978-7-5123-7387-7

I. ①输… II. ①国… III. ①输电线路-机械化施工-施工设计 IV. ①TM726

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 052263 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 4 月第一版 2015 年 4 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 8 印张 188 千字

印数 0001—5000 册 定价 59.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

《输电线路全过程机械化施工技术》编委会

主 编 丁广鑫

副主编 蔡敬东

委 员 李 正 万长江 白林杰 刘冀邱 潘震东 郑家松

《输电线路全过程机械化施工技术 设计分册》工作组

组 长 国家电网公司基建部

副 组 长 中国电力科学研究院

成员单位 国网天津市电力公司 国网河北省电力公司

国网山东省电力公司 国网江苏省电力公司

国网福建省电力有限公司

《输电线路全过程机械化施工技术 设计分册》编制人员

第一篇

第 1~3 章

编写人员 蔡敬东 张 强 丁士君 赵庆斌 李俊元

武 坤 胡俊鹏 许志勇 尹 元 夏拥军

第二篇

第 4~7 章

编制单位 中国电力科学研究院

华北电力设计院有限公司

河北省电力勘测设计研究院

山东电力工程咨询院有限公司

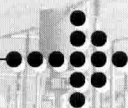
江苏省电力设计院

福建省电力勘测设计院

福建永福工程顾问有限公司

四川电力设计咨询有限责任公司

编写人员（见附录 A）



前言

目前,我国输电线路建设过程中,长期存在人工投入大、施工机械研发投入不足、缺乏高效率专用化施工装备、设计与施工未能有效衔接等问题,在发展低碳绿色经济、建设生态文明、实现可持续发展的背景下,亟需加强技术创新,转变工程建设模式。

为进一步提升智能电网工程建设能力、提升施工技术水平,实现由劳动密集型向装备密集型、技术密集型转变,国家电网公司加强技术与管理创新,组织开展了输电线路全过程机械化施工研究与应用,从工程设计、施工装备、工程组织、标准规范等方面开展专项研究和试点建设,形成系统化技术成果。通过全面分析、总结提炼,编写了《输电线路全过程机械化施工技术》丛书(本次出版《设计分册》和《装备分册》)。

本套丛书以输电线路全过程机械化施工技术为主线,主要面向线路工程建设的设计、施工、管理等专业人员,着眼全过程机械化施工理论和方法创新,围绕机械化施工设计技术、施工装备、工程实践等方面,系统介绍了机械化施工技术研究和工程实践取得的系列成果。同时,对机械化施工未来技术趋势进行了分析和展望。

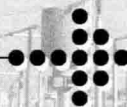
《设计分册》主要阐述输电线路全过程机械化施工的理念、技术原则,以及适应机械化施工要求的系列化设计技术。《装备分册》主要阐述输电线路全过程机械化施工标准化装备体系,以及全过程机械化施工工程实践典型案例。

本套丛书由国家电网公司基建部组织编写,相关省电力公司、科研单位、设计单位和施工单位给予了大力支持与协助,在此对各单位及相关作者表示衷心感谢。

由于编写时间仓促,书中难免存在疏漏之处,恳请批评指正。

编写组

2015年2月



目 录

前言

第一篇 总 论

| | |
|----------------------------|---|
| 第 1 章 概述 | 3 |
| 1.1 工作背景 | 3 |
| 1.2 目的与意义 | 3 |
| 1.3 技术原则 | 3 |
| 第 2 章 工作过程 | 5 |
| 2.1 工作实施方式 | 5 |
| 2.2 主要时间节点 | 5 |
| 第 3 章 主要内容及成果 | 7 |
| 3.1 设计技术研究 | 7 |
| 3.2 施工装备研究 | 7 |
| 3.3 标准规范编制 | 8 |
| 3.4 试点应用 | 8 |

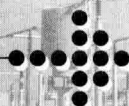
第二篇 输电线路全过程机械化施工设计

| | |
|------------------------------|----|
| 第 4 章 概述 | 11 |
| 4.1 总体原则..... | 11 |
| 4.2 现状..... | 11 |
| 4.3 技术要求..... | 12 |
| 第 5 章 设计主要内容 | 13 |
| 5.1 路径选择..... | 13 |
| 5.2 架线..... | 13 |
| 5.3 杆塔..... | 14 |
| 5.4 基础..... | 15 |
| 5.5 接地..... | 18 |
| 5.6 勘测..... | 19 |
| 第 6 章 机械化施工基础设计 | 21 |
| 6.1 设计依据..... | 21 |
| 6.2 选型设计..... | 21 |
| 6.3 掏挖基础..... | 49 |

| | | |
|-------------|------------------------|------------|
| 6.4 | 锚杆基础····· | 62 |
| 6.5 | 挖孔桩基础····· | 73 |
| 6.6 | 灌注桩基础····· | 80 |
| 6.7 | 盘桩基础····· | 88 |
| 6.8 | 装配式基础····· | 98 |
| 第7章 | 机械化施工接地设计 ····· | 110 |
| 7.1 | 接地装置设计依据····· | 110 |
| 7.2 | 常规施工的接地装置····· | 110 |
| 7.3 | 非开挖机械化施工的接地装置设计····· | 110 |
| 7.4 | 应用与建议····· | 114 |
| 附录 A | 编写人员名单 ····· | 115 |
| | 后记 ····· | 116 |

第一篇

总论



概 述

1.1 工作背景

建设世界一流电网，需要具备一流的技术、一流的设计、一流的施工、一流的管理。长期以来，由于受到研究力量、费用投入等制约，以及传统习惯的影响，施工单位施工技术、装备发展速度较慢，与建设世界一流电网的要求差距较大。总体而言，现阶段输电线路工程施工仍然停留在“人力为主、机械为辅”的状态，施工机械化程度低。施工设备简易，人员劳动强度大、作业效率低、危险性高。随着经济社会快速发展，一线施工人员紧缺，人工费用持续增高，人力为主、机械为辅的施工方式将不可持续。

为进一步提升智能电网工程建设能力，国家电网公司基建部着力推进线路建设方式转变，加强线路设计、装备、施工创新，开展输电线路全过程机械化施工研究与应用，实现由劳动密集型向装备密集型、技术密集型转变。

1.2 目的与意义

输电线路全过程机械化施工是一项集成创新，对建设世界一流电网、提高输电线路建设效益和效率、积极履行社会责任具有重要意义。

一是有利于支撑坚强智能电网的建设。当前，特高压电网进入全面大规模建设新阶段，各级电压电网建设面临新的挑战和考验。推进全过程机械化有利于实现工程策划与建设实施协调有序，工程设计与施工环节有机衔接，施工装备与施工工艺紧密配合，进一步提升工程建设全过程技术水平、安全质量、效率效益。

二是有效解决施工人力紧缺、人工成本持续上涨问题。近年来，电网工程劳务成本整体呈较快上涨趋势，同时，一线施工人员逐渐大龄化、老龄化，适龄的技能人才不足，用工质量有待提高。推进机械化施工，符合经济社会发展转型的需要，符合国际化趋势和社会现代化发展趋势。

三是有效提升施工安全、质量、效率。传统人力施工设备简易，人员作业强度大、效率低、危险性高。推行全过程机械化，施工环境、劳动安全有效保障，工艺质量、作业效率有效提高。同时，施工外部协调工作量有效减少。

四是有利于施工企业核心能力建设。实施机械化施工，加快培育施工企业管理、装备科技创新人才，推进施工管理、作业模式、施工装备配置整体提升。有利于施工企业与国际先进水平接轨，不断提升专业核心能力、市场竞争能力。

1.3 技术原则

输电线路全过程机械化施工技术是一项系统创新工程，包含技术创新、管理创新，是一

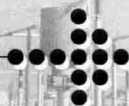
种全新的工程建设模式，要求工程设计、施工装备、技术工艺、工程管理等各专业协同配合，遵循“一性三化”（先进性，专业化、标准化、系列化）的原则，贯彻全寿命周期管理理念，创新设计与施工方法，创新装备研发，实现全过程、系列化技术成果，提升输电线路工程建设的综合效益。

（1）先进性：优化输电线路设计方法，工程设计为机械化施工创造便利条件，基础、杆塔、导线、金具方案先进适用，基础选型、接地形式有利于机械化施工。施工工艺与施工装备和设计技术相匹配，针对性强，系统完整，工程施工质量优良。施工装备机械化、自动化程度高，技术先进，应用灵活，安全高效，创新形成体积小、质量轻、功能集成、组合灵活、便于转场的专用装备。

（2）专业化：实现满足不同地形、地质条件下机械化施工的基础设计方法、通用设计成果。施工装备适应电网工程特点，专用机械针对性强、功能适用，满足线路施工地质、地形和各工序需要。

（3）标准化：输电线路设计方法、基础选型与适用范围、接地形式、质量控制要求标准化；施工装备设计、制造标准化。备品备件通用互换。施工装备配置、施工方案、作业指导书、施工组织标准化。

（4）系列化：针对不同地质、地形等条件，形成系列化设计技术与施工工艺成果；形成不同功能、形式、规格、参数的系列化施工机械，满足修筑道路、物料运输、基础施工、组塔、架线等施工全过程需要。



工 作 过 程

2.1 工作实施方式

输电线路全过程机械化施工技术研究应用工作，由国家电网公司基建部牵头组织，制订实施方案，确定技术原则，协调有序推进。

工作组成员单位：国网天津市电力公司、国网河北省电力公司、国网冀北电力有限公司、国网山东省电力公司、国网江苏省电力公司、国网福建省电力有限公司、中国电力科学研究院、四川电力设计咨询有限责任公司、华北电力设计院有限公司、河北省电力勘测设计研究院、山东电力工程咨询院有限公司、江苏省电力设计院、福建省电力勘测设计院、福建永福工程顾问有限公司、北京送变电公司、天津送变电工程公司、河北省送变电公司、山东送变电工程公司、江苏省送变电公司、浙江省送变电工程公司、安徽送变电工程公司、福建省送变电工程有限公司、天津送变电工程公司特高压重大施工装备租赁分公司、江苏省送变电公司特高压重大施工装备租赁分公司。

国网北京经济技术研究院、中国电力工程顾问集团公司、中国电力企业联合会电力建设技术经济咨询中心、国家电网公司直流建设分公司、国家电网公司交流建设分公司、中国电力科学研究院以及相关设计、施工单位的专家对研究成果进行审核把关。

2.2 主要时间节点

2013年11月22日，召开输电线路全过程机械化施工启动工作会议，明确全过程机械化施工技术原则、研究内容、试点工程等，形成工作计划。

2014年1月，提出专业创新装备综合型旋挖钻机主要功能需求及技术参数，明确满足机械化施工要求的系列化基础设计孔径、孔深等与施工装备功能相关的主要设计要求。

2014年2月，对全过程机械化施工设计、装备、施工、试点建设等专项研究进行深入研究，明确各专题主要研究内容。

2014年3月，开展输电线路基础及接地设计技术工程应用情况调研，为适用机械化施工的设计、装备等技术创新提供重要参考。

2014年4月，启动全过程机械化施工技术标准编制，明确系列化标准体系构成，制订编制大纲。按“一性三化”原则，开展施工装备工业化、标准化、系列化研究，启动施工装备标准化配置体系制订工作。

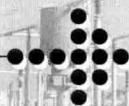
2014年5月，研讨轻小型旋挖钻机技术方案，制订了研发目标、技术路线。

2014年7~8月，完成综合型旋挖钻机产品研制，开展试点应用。明确轻型、中型旋挖钻机功能性能、技术参数，形成专用装备招标技术规范书。

2014年8~9月，开展《输电线路全过程机械化施工标准化装备体系》集中编制，涵盖输电线路施工用79种装备。

2014年10~11月，完成机械化施工11项系列化技术标准。

2014年12月，完成工程试点工作总结。完成设计、装备技术成果系统总结提炼。



主要内容及成果

输电线路全过程机械化施工创新工作,包括工程设计、施工装备、施工工艺、技术规范、试点建设等方面,开展系统研究,形成系列技术创新成果。

3.1 设计技术研究

按照机械化施工的要求,对输电线路主要基础设计组织专项研究。调研公司系统各省公司、中国电力科学研究院、国网北京经济技术研究院等单位,对近5年公司系统线路工程覆盖的主要不同地质、地形条件进行统计分析。科学分类,合理确定线路基础作用力范围和分级,明确基础构造、尺寸、设计参数取值等。创新形成适合机械化施工的基础形式设计原则,完成相应的掏挖基础、孔桩基础、灌注桩基础、锚杆基础、支盘桩基础、装配式基础等6类基础形式设计技术。

3.2 施工装备研究

针对不同地质、地形条件,考虑临时道路修建、物料运输、基坑开挖、锚杆成孔、混凝土浇筑、杆塔组立、导地线架设、接地装置敷设等线路施工全过程,开展施工装备工业化、标准化、系列化研究,制订施工装备标准化配置体系。

一是专业化创新,如按照专用装备定位,综合考虑不同的地质地形条件,形成小型(整机质量20t,轮胎式底盘,动力头最大输出扭矩80kN·m,最大钻孔直径1.4m、钻孔深度25m)、中型(整机质量30t,履带式底盘,动力头最大输出扭矩150kN·m,最大钻孔直径1.4m、钻孔深度25m)、综合型(整机质量40t,履带式底盘,动力头最大输出扭矩200kN·m,最大钻孔直径2m、钻孔深度25m)3种类型旋挖钻机需求系列。目前,已完成首批4台综合型专用旋挖钻机创新研制,并应用于试点工程建设,取得良好效果。

二是工业化提升,如对架空货运索道实现设计方法、索道部件标准化。根据索道长度、跨数、跨距、高差角等关键参数,优化归并,形成1、2、4t三个系列9种型号的标准化产品,满足不同地形、不同跨距山地运输的需要。对单动臂和双平臂落地抱杆,进一步优化结构尺寸,减小最大单件重量,便于施工现场安装、组立、拆卸、转场。

三是系列化规范,如根据不同地形、地貌导引绳展放施工要求,以及四旋翼、六旋翼、八旋翼等系列无人驾驶直升机的供能方式、载重量、飞行距离、飞行高度等功能和技术参数,规范配套的导引绳展放工艺,形成系列化、标准化的配置方案。

四是标准化装备体系研究,在现有施工装备基础上,着眼满足不同地质、地形条件,着眼施工全过程,通过创新研发、系列化配套,形成“全过程机械化施工标准化装备体系”,

按线路施工工序分类，涵盖 79 类，730 种型号的施工机械装备和施工机具，进一步指导工程设计、施工方案、装备购置等工作。

3.3 标准规范编制

组织 22 家单位，根据设计、装备技术研究，试点建设等成果，形成 11 项公司技术标准。

设计技术：形成“架空输电线路掏挖基础技术规定”、“架空输电线路岩石基础技术规定”、“架空输电线路灌注桩基础技术规定”和“架空输电线路盘桩基础技术规定”等 4 项设计技术规范；

施工装备：形成“输电线路专用旋挖钻机”、“输电线路岩石锚杆钻机”等 2 项装备技术规范；

施工工艺：形成“输电线路掏挖基础机械化施工工艺导则”、“输电线路岩石锚杆基础施工工艺导则”、“输电线路挤扩支盘桩基础机械化施工导则”、“输电线路灌注桩机械化施工工艺导则”和“输电线路接地网非开挖施工工艺导则”等 5 项施工工艺导则。

3.4 试点应用

综合考虑地形地质条件、建设工期等，首批选取天津、河北、山东、江苏、福建等地区 6 项工程开展全过程机械化施工试点，涵盖了平原、丘陵、河网、山地等 4 类代表性地形条件。在第一阶段工程成果基础上，选取锡盟—山东 1000kV 特高压交流输变电工程、淮南—南京—上海 1000kV 特高压交流输变电工程，宁夏宁东—浙江绍兴±800kV 特高压直流输电工程，集中标段开展试点建设。实施机械化施工，有效提升了试点工程建设技术、安全质量、环保水平，提升了施工人员人身安全，提高了建设效率效益。

第二篇

输电线路全过程机械化 施工设计