

团 标 准

T/CES XXX-XXXX

带电作业操作规范
架空配电线路机械化带电立撤杆

Operating procedures for live working
Overhead distribution line mechanized electrically pole removal

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
4 符号、代号和缩略语	5
5 一般规定	5
5.1 典型作业方法的使用环境	5
5.2 人员要求及配备	6
5.3 作业气象条件	7
5.4 装备基本要求	7
5.5 机械强度及安全距离	8
5.6 工器具及材料	9
6 作业程序	9
6.1 作业前准备	9
6.2 作业环节	11
6.3 工作终结	15
7 安全风险及控制措施	15
7.1 线杆综合作业车法	15
7.2 地面扶立法	15
7.3 插入扶立法	15
7.4 悬空插入法	15
7.5 典型作业环节安全风险及控制措施	16
附 录 A (资料性) 典型作业方法人员基本配置一览表	17
附 录 B (资料性) 常用起重机各工况额定起重量一览表	19
附 录 C (资料性) 典型作业环节安全风险及控制措施	22

前　　言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会电力不停电检修技术与装备工作组归口。

本标准起草单位：国网浙江省电力有限公司东阳市供电公司、国网浙江省电力有限公司衢州供电公司、东阳市光明电力建设有限公司、衢州光明电力工程有限公司配电建设分公司、云南电网有限责任公司玉溪供电局、国网江苏省电力有限公司泰州供电分公司、云南电网有限责任公司输电分公司、广州南方电安科技有限公司、国网山东省电力公司烟台供电公司、国网江苏省电力有限公司常州供电分公司、常州金坛金能电力有限公司、杭州爱知工程车辆有限公司、山东泰开汽车制造有限公司、徐州徐工随车起重机有限公司、中能国研（北京）电力科学研究院。

本标准主要起草人：陆益民、张捷华、姜波、刘培贤、杨玉琪、仓国斌、丘进南、许崇新、林土方、蒋建平、赵清源、练俊文、翁卫、徐尚超、石玉贺、汤晓丽、刘相如、张梅玲。

本标准为首次发布。

引 言

本文件征集了全国电力行业配电架空线路带电组立或撤除电杆的常用机械装备、配电架空线路结构形式和作业方法，分类整合了线杆综合作业车法、地面扶立法、插入扶立法和悬空插入法四种典型作业方法，并通过在单回路三角排列、双回路垂直排列和双回路双三角排列三种结构形式的架空配电线上进行现场验证，保障作业方法的可行性和安全性。

本文件构建了一套带电立、撤杆作业的机械化装备配置标准及带电作业技能人员标准化作业程序，旨在解决现有技术中的带电组立或撤除电杆作业方法不统一、作业程序不规范、作业装备不匹配的问题，提高作业的安全性和工作效率。

带电作业操作规范-架空配电线路机械化带电立撤杆

1 范围

本文件规定了 10kV 架空配电线路机械化带电组立或撤除直线电杆（含钢管杆）作业项目的范围、规范性引用文件、术语和定义、一般规定、作业程序、安全风险及控制措施等。

本文件适用于海拔 4500m 及以下地区 10kV 单回路三角排列、双回路垂直排列和双回路双三角排列结构形式架空配电线路机械化带电组立或撤除直线电杆（含钢管杆）作业。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 6067 起重机械安全规程

GB/T 18857 配电线路带电作业技术导则

GB/T 26473 起重机 随车起重机安全要求

GB/T37556 10kV带电作业用绝缘斗臂车

DL/T 976 带电作业工具、装置和设备预防性试验规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

线杆综合作业车 *digger derricks*

具有钻孔、提升杆线、扶杆、辅助拔杆及载人高空带电作业等多种功能电力施工的专用作业车。

3.2

开挖立杆一体机 *excavation pole integrated machine*

具有开挖、吊装、抓杆、立杆、回填、夯实、轮履一体等多功能的施工专用机械。

3.3

导线支撑杆 *wire support stick*

用于固定或移动导线的绝缘承力杆，包括伸缩式和固定式等。

3.4

线杆综合作业车法 *line pole comprehensive operation vehicle method*

作业过程中起重吊臂及吊钩等始终处于带电导线下方，利用吊钩升降或抱紧方式扶正组立或撤除电杆的作业方法。

3.5

地面扶立法 *ground support legislation*

作业过程中起重机吊臂及吊钩始终处于带电导线下方,利用吊钩升降方式组立或撤除电杆的作业方法。

3.6

插入扶立法 Insert supporting Irgislation

作业过程中起重机吊臂及吊钩始终处于带电导线上方,起吊绳从带电导线中间垂直插入,利用吊钩升降方式组立或撤除电杆的作业方法。

3.7

悬空插入法 hanging insertion method

作业过程中起重机吊臂及吊钩始终处于带电导线上方,起重机在线路外侧将电杆提升移位至带电导线上方,从带电导线中间垂直插入进行组立或撤除电杆的作业方法。

4 符号、代号和缩略语

无

5 一般规定

5.1 典型作业方法的使用环境

5.1.1 线杆综合作业车法

该方法使用包括线杆综合作业车、开挖立杆一体机等多种机械化程度较高的作业装备,线杆综合作业车法作业环境应符合以下要求:

- a) 线杆综合作业车法适用于现场地面相对平整的作业环境,杆坑附近占用作业空间较大,组立或撤除电杆前只需支撑带电导线,能满足较多的作业需求;
- b) 线杆综合作业车组立或撤除电杆时应用绝缘绳控制电杆方向,开挖立杆一体机不需用绝缘绳控制电杆方向;
- c) 开挖立杆一体机适用于15m及以下电杆组立或撤除;
- d) 以下情况不适用线杆综合作业车法:
 - 1) 线杆综合作业车、开挖立杆一体机的回转中心与新组立或撤除电杆杆坑中心的水平距离较远、起重荷载超出其铭牌规定范围;
 - 2) 电杆不能顺线路方向放置于带电线路中心线正下方;
 - 3) 线杆综合作业车吊臂端头所需对地垂直高度小于带电导线对地高度且导线提升高度受限、作业空间狭小等;
 - 4) 开挖立杆一体机抓杆机构所需对地垂直高度与带电导线对地高度接近、导线提升高度受限不能满足抓杆机构与带电导线间安全距离要求、作业空间狭小、难以多车协同等。

5.1.2 地面扶立法

地面扶立法作业环境应符合以下要求:

- a) 地面扶立法适用于现场地面相对平整的作业环境,杆坑附近占用作业空间较大,组立或撤除电杆前需提升或支撑带电导线,需要多车协同等;
- b) 组立或撤除电杆前应用绝缘绳控制电杆方向,必要时可顺线路方向开挖马道导入杆坑;
- c) 以下情况不适用地面扶立法:

- 1) 起重机回转中心与新组立或撤除电杆的杆坑中心水平距离较远、起重载荷超出其范围;
- 2) 电杆不能顺线路方向放置于带电线路中心线正下方;
- 3) 杆坑中心处于开挖马道困难的硬化道路路面等;
- 4) 起重机吊臂端头所需对地垂直高度与带电导线对地高度接近、导线提升高度受限不能满足吊臂与带电导线间安全距离要求、作业空间狭小、难以多车协同等。

5.1.3 插入扶立法

插入扶立法作业环境应符合以下要求:

- a) 插入扶立法适用于现场地面相对平整的作业环境,杆坑附近占用作业空间较小,组立或撤除电杆前需支撑带电导线,能满足较多的作业需求;
- b) 组立或撤除电杆时应用绝缘绳控制电杆方向;
- c) 以下情况不适用插入扶立法:
 - 1) 起重机回转中心与新组立或撤除电杆杆坑中心的水平距离较近、吊臂难以满足与带电导线安全距离要求等;
 - 2) 电杆不能顺线路方向放置于带电线路中心线正下方;
 - 3) 起重机周围或上方作业空间受限等。

5.1.4 悬空插入法

悬空插入法作业环境应符合以下要求:

- a) 悬空插入法适用于现场地面相对复杂的作业环境,占用杆坑附近作业空间较小,组立或撤除电杆前需支撑带电导线,能满足较多的作业需求;
- b) 组立或撤除电杆时不需用绝缘绳控制电杆方向;
- c) 以下情况不适用悬空插入法:
 - 1) 起重机回转中心与新组立或撤除电杆杆坑中心的水平距离较近、吊臂难以满足与带电导线安全距离要求等;
 - 2) 新组立电杆落地前或撤除电杆离地后不能实施有效的挂(拆)接地线措施;
 - 3) 起重机周围或上方作业空间受限等。

5.2 人员要求及配备

5.2.1 人员要求

带电组立或撤除电杆作业人员基本要求如下:

- a) 配电线路带电作业人员应身体健康,无妨碍作业的生理和心理障碍。应具备必要的电气、安全及相关知识和技能,掌握配电带电作业的基本原理和操作方法,熟悉作业工器具的适用范围和使用方法,熟悉电力安全规程的相关部分并应掌握紧急救护法,特别是触电急救;
- b) 负责人或工作监护人应具有带电作业复杂作业项目资格,有一定组织能力、事故和应急处理能力,通过专门培训且考试合格取得资格,经本单位批准后方可担任;
- c) 工作班成员应具备高压电工作业、高处作业、相应带电作业资质,并经相应的安全生产教育和岗位技能培训,经考试合格上岗,身体和精神状态应满足当天工作的安全要求;
- d) 起重机指挥人员应通过专门培训且考试合格取得起重作业指挥资质,经本单位批准后方可担任;
- e) 起重机操作人员应通过专门培训且考试合格取得起重作业资质、有不小于3年起重工作实践经验,通过本单位安全培训合格后方可担任;
- f) 焊接作业人员应通过专门培训且考试合格取得焊接作业资质方可担任。

5.2.2 人员配备

典型作业方法的人员配置应符合以下要求:

- a) 工作负责人、工作监护人、带电作业操作人员、地面作业人员、起重机指挥人员和起重机操作人员, 作业需要时增加焊接作业人员;
- b) 典型作业方法人员基本配置见附录 A。

5.3 作业气象条件

5.3.1 带电作业应在良好的天气下进行, 如遇雷电(听见雷声、看见闪电)、雪、雹、雨、浓雾等, 不应进行带电作业。风力大于 5 级(10m/s)或相对湿度大于 80%时, 不宜进行带电作业。

5.3.2 带电作业过程中若遇天气突然变化, 可能危及人身或设备安全时, 应立即停止工作, 在保证人身安全的前提下, 尽快恢复设备正常状态, 或采取其他措施。

5.3.3 低温或高温环境下进行高处作业时, 应采取保暖或防暑降温措施, 作业时间不宜过长, 必须时采取暂停作业或人员轮换作业措施。

5.3.4 在特殊或紧急情况下, 必须在恶劣气候下带电抢修时, 应针对现场气候和工作条件, 组织有关工程技术人员和全体作业人员充分讨论, 制定可靠的安全措施和技术措施, 经批准后方可作业; 夜间抢修作业应有足够的照明设施。

5.4 装备基本要求

5.4.1 线杆综合作业车、开挖立杆一体机

线杆综合作业车、开挖立杆一体机应符合以下要求:

- a) 线杆综合作业车具备多种不同道路环境的作业需求, 采用钻孔开挖和吊钩起吊方式组立或撤除电杆, 安装绝缘斗后还具有带电绝缘斗臂车基本功能;
- b) 钻孔作业需选用相对应土质的钻齿, 根据电杆埋深、杆根直径选择合适的螺旋钻杆长度、钻孔直径, 钻孔直径不宜小于杆根直径加 0.2m;
- c) 组立或撤除电杆作业须根据线杆综合作业车臂端滑轮高度、3m 工作半径最大起吊重量、最大钻孔半径等参数选用适合现场实际情况的车辆型号;
- d) 开挖立杆一体机具备短距离行驶性能, 采用钻孔或铲斗开挖和抓紧电杆方式组立或撤除电杆;
- e) 杆坑开挖需根据电杆高度确定挖掘基坑的对应尺寸和深度;
- f) 组立或撤除电杆作业须根据电杆高度调整开挖立杆一体机起重臂长度和角度, 抓紧电杆并旋转至垂直位置将电杆插入或提出杆坑。

5.4.2 起重机

起重机作业工况应符合以下要求:

- a) 起重机回转中心与杆坑中心水平距离、吊臂伸展长度不应超过制造厂铭牌规定, 最大安全起吊重量应不小于吊件总重; 常用起重机各工况额定起重量见附录 B;
- b) 起重机吊钩应有防钩口止脱钩的闭锁装置;
- c) 起重机其它要求按 GB 6067 规定执行。

5.4.3 起重机滑轮组

起重机滑轮组的钢丝绳不得产生扭绞, 使用的滑轮组两滑轮中心间最小允许距离见表 1。

表 1 滑轮组两滑轮中心最小允许距离

滑轮起吊重量 (T)	滑轮中心最小允许距离 (m)
------------	----------------

5~8	0.9
10~20	1.0
25~50	1.2

5.4.4 绝缘斗臂车

绝缘斗臂车性能及使用应符合以下要求：

- a) 绝缘斗臂车按绝缘臂结构分为伸缩臂式、折叠臂式和混合臂式三种类型，可根据实际配置型号使用。
- b) 绝缘斗臂车机构主要由车辆平台、操控系统、绝缘装置、安全系统等组成，各机构应保证绝缘工作斗起升、下降时动作平稳、准确，无爬行、振颤、冲击及驱动功率异常增大等现象。
- c) 绝缘斗臂车绝缘臂底座旋转系统应具有 360° 连续回转作业能力，回转时绝缘工作斗外缘的线速度不大于 0.5m/s ，启动、回转、制动应平稳、准确，无抖动、晃动现象；在行驶状态时，回转部分不应产生相对运动。
- d) 绝缘斗臂车使用时最大可停放路面坡度 $\geq 5^{\circ}$ 。
- e) 绝缘斗臂车的绝缘工作斗高度应不小于 0.9m ，单人操作额定载荷应不小于 135kg ，双人操作额定载荷应不小于 270kg ，其吊臂最大起吊质量应不小于 450kg 。
- f) 绝缘斗臂车其它要求按 GB/T 37556 规定执行。

5.5 机械强度及安全距离

5.5.1 机械强度

承力工器具应具有足够的机械强度和刚度，能够承受正常工作条件下的荷载和应力，卡环（钩）应具有保险装置，操作应灵活确保作业不发生变形、破裂等安全事件；使用前应根据工作荷载校核机械强度，承力工具安全系数（K 值）见表 2。

表 2 承力工具安全系数（K 值）

承力工具名称	安全系数（K 值）	
	用途：控制	用途：主承力
绝缘绳	1.5	3
吊装带	--	6
钢丝绳（轻型） ¹	--	6
钢丝绳套（轻型）	--	6
卸扣（S 级）	--	6^2

注 1：（轻型：指起重量 $\leq 5\text{T}$ ）。

注 2：（卸扣的安全系数为 M (4)、S (6)、T (8)，综合考虑材质、工艺及安全等级，选取 S 级）。

5.5.2 安全距离

安全距离应符合以下要求：

- a) 起重机长期或频繁靠近架空线路或其他带电体作业时，应采取隔离防护措施；带电组立或撤杆应采取防止拉线跳动和杆塔倾斜接近带电导线的措施；
- b) 其它按照 GB/T 18857 规定执行；
- c) 起重机及吊件与带电体的安全距离见表 3。

表 3 起重机及吊件与带电体间的最小安全距离

电压等级 (kV)	海拔 H (m)	最小安全距离 (m)
10	H≤3000	0.9
	3000<H≤4500	1.1

5.6 工器具及材料

5.6.1 工器具

带电组立或撤除电杆主要工器具配置如下：

- 主要工器具包括：绝缘斗臂车、起重机、高强度绝缘起吊绳、绝缘控制绳、绝缘传递绳、导线绝缘支撑杆或提升架、导线遮蔽管（罩）、电杆遮蔽罩（毯）、横担遮蔽罩、绝缘毯等；
- 个人安全防护用具包括：安全帽（含绝缘和普通）、绝缘安全带、绝缘服或绝缘披肩或绝缘袖套、绝缘手套、绝缘鞋（靴）、防刺穿手套、护目镜、防滑手套等；
- 接地用具包括：起重机等作业车辆和电杆临时接地线、接地棒等；
- 其他工具包括：电动扳手、电动切刀、对讲机及扳手、钳子、起子等常规小工具、安全警示标志、路障、安全围栏、支架等；
- 具体数量和要求根据实际需求配置，带电作业工具、装置和设备预防性试验按 DL/T 976 规定执行。

5.6.2 材料

主要材料包括电杆（或钢管杆）、横担、金具、绝缘子、导线绑扎线等。

6 作业程序

6.1 作业前准备

6.1.1 现场复勘

现场复勘应符合以下要求：

- 工作负责人检查现场气象条件满足带电作业条件；
- 工作负责人核对作业项目的线路名称、杆号正确；
- 工作负责人复核现场地形环境（地面平整坚实、倾斜度 $\geq 5^\circ$ ）、作业点两侧电杆（基础无塌陷、埋深和杆身质量符合要求）、导线（无损伤、绑扎固定牢固、弧垂适度）、新电杆已就位，现场环境和作业装置满足带电作业条件；
- 工作负责人检查工作票所列安全措施应正确完备，必要时补列充安全措施。

6.1.2 工作许可及交底

工作许可及交底应符合以下要求：

- 工作负责人按工作票内容与值班调控人员或工作许可人员联系，告知工作内容，退出主线路变电站重合闸或作业点电源侧的断路器重合闸（必要时可同时退出），退出分支线路自动转电功能或自愈功能，确认重合闸装置及相应自动转电功能、自愈功能已退出，履行工作许可手续；
- 工作负责人召集工作班成员交待工作任务、安全措施和技术措施，告知安全风险和控制措施，确认每一个工作班成员都已知晓，检查工作班成员的身体和精神状态应满足当天工作的安全要求，人员是否合适，工作班成员应准确理解所交底的内容，并在工作票上签名确认。

6.1.3 作业车辆停放

现场作业车辆停放应符合以下要求:

- a) 线杆综合作业车(含开挖立杆一体机)、绝缘斗臂车、起重机等停放及使用应保证各作业车辆间工作活动范围,避开附近电力线和障碍物,保证作业时车辆金属部分与带电导线的安全距离、绝缘斗臂车的绝缘臂有效绝缘长度;
- b) 线杆综合作业车(含开挖立杆一体机)、绝缘斗臂车、起重机等停放位置坡度应 $\geq 5^\circ$;
- c) 线杆综合作业车(含开挖立杆一体机)、绝缘斗臂车、起重机等应设置可靠接地,接地线应采用不小于 25mm^2 有透明护套的多股软铜线,接地体埋深不少于0.6m;
- d) 支腿支放应避免在沟道盖板上,使用垫块或枕木时垫板重叠不超过2块且呈 45° 角;
- e) 支腿顺序应正确,“H”型支腿应先伸出水平支腿后再伸出垂直支腿,坡地停放应先支“前支腿”后支“后支腿”;支腿支撑应到位,“H”型支腿的车型四轮应离地;
- f) 车辆前后、左右呈水平(车体自带水准仪的横向、纵向气泡调整居中,车体不带水准仪的用水平尺进行横向、纵向找平),坡地停放调整水平后车辆前后倾斜应 $\leq 5^\circ$;
- g) 起重机支腿、车轮或履带的前端或外侧与沟、坑边缘的距离应不小于沟、坑深度的1.2倍,否则应采取防倾、防坍塌措施。

6.1.4 现场布置及工器具检查

现场布置及工器具检查应符合以下要求:

- a) 工作现场安全围栏设置的范围应综合考虑高空坠落、作业机械投影面、倒杆及遮蔽、隔离措施不完整或失效造成跨步电压触电等因素的影响,围栏出入口应合理设置;
- b) 道路安全警示标志或路障设置应尽量减小对交通的影响,警示标志包括“从此进出”、“在此工作”等,道路两侧应有“车辆慢行”或“车辆绕行”标示或路障,必要时应联系交通管理部门;
- c) 工器具应分类摆放,绝缘工器具应放置在清洁、干燥的防潮苫布上,绝缘工器具不应与金属工具、材料混放;
- d) 戴清洁、干燥的手套对绝缘工器具逐件进行外观检查,表面不应有磨损、变形损坏等现象,操作应灵活;
- e) 采用点测方法分段检测绝缘工器具的绝缘电阻,不应将电极在绝缘工器具表面滑动以防刮伤其表面,检测完毕后向工作负责人汇报结果;
- f) 检查遮蔽、隔离用具和个人安全防护用具应无针孔、砂眼、裂纹等现象,检查绝缘安全带外观并进行冲击试验;
- g) 承力工具使用前检查试验标志应齐全、有效,外观应无变形、破损等现象,机械强度符合作业要求,不应超载使用或使用有缺陷的承力工具。

6.1.5 作业机具检查与试操作

作业机械检查与试操作应符合以下要求:

- a) 检查绝缘斗臂车绝缘斗、绝缘臂情况,表面应清洁、无裂纹损伤;
- b) 绝缘斗臂车应空斗进行回转、升降、伸缩等过程试操作,确认液压、机械、电气系统正常、制动装置可靠,绝缘斗臂车检查和试操作结果向工作负责人汇报;
- c) 带电作业操作人员穿戴好全套的个人安全防护用具,包括绝缘服或绝缘披肩或绝缘袖套、绝缘手套(带防穿刺手套)、绝缘鞋(靴)、护目镜等,检查带电作业操作人员个人防护用具穿戴是否正确;

- d) 检查电杆表面应光滑平整、壁厚均匀，无露筋、跑浆、纵向及横向裂纹等现象；检查并清洁绝缘子表面，应光滑、无麻点、裂痕等现象；
- e) 线杆综合作业车、起重机使用前应检查吊钩、起吊绳并确认完好，吊钩应有可靠的防脱落装置；
- f) 线杆综合作业车、起重机在专人指挥下进行试操作，确认液压传动、回转、升降、伸缩系统工作正常，操作灵活，制动装置可靠；
- g) 开挖立杆一体机使用前应检查铲斗、抓杆装置等并确认完好，抓杆装置应有可靠的防电杆滑移、脱落装置；
- h) 开挖立杆一体机在专人指挥下进行试操作，确认液压传动、回转、升降、伸缩系统工作正常，操作灵活，制动装置可靠。

6.1.6 基坑开挖

电杆基坑开挖应符合以下要求：

- a) 基坑开挖前应明确地下管道、电缆等设施的确切位置，并做好防护措施；土质松软处开挖基坑应有防止塌方措施，煤气管线或腐质物等附近开挖基坑应设专人监护，并采取安全措施；
- b) 线杆综合作业车开挖基坑时，操作人员将车停放到合适位置后，转动吊臂使钻头至电杆基坑定位位置，操作线杆综合作业车钻挖电杆基坑；
- c) 开挖立杆一体机开挖基坑时，操作人员将车停放到合适位置后制动履带，操作铲斗至电杆基坑定位位置开挖电杆基坑，进铲不应过深，提斗不应过猛；
- d) 电杆埋深、基坑深度偏差、横线路及顺线路方向的位移均符合如下要求：
 - 1) 13m 及以下电杆埋深 $1/10L + 0.7m$ ，13m 以上电杆埋深 $1/6Lm$ (L 为杆高)；
 - 2) 基坑深度偏差允许偏差为 $-0.05 \sim +0.1m$ ；
 - 3) 位移不超过 $0.05m$ 。

6.2 作业环节

6.2.1 进入作业区域

进入作业区域应符合以下要求：

- a) 进入绝缘斗后，带电作业操作人员应将绝缘安全带系挂在斗内专用挂钩上，携带的工器具应分类放置工具袋中，工器具的金属部分应不超出绝缘斗沿面，工具和人员重量应不超过绝缘斗额定荷载；
- b) 工作负责人许可后，带电作业操作人员操作绝缘斗臂车，进入带电作业区域前应先验电，验明线路各相电压正常且无漏电现象，验电时与带电体保持足够的安全距离；
- c) 检查作业点范围内的设备间距是否满足要求、导线是否完好、导线固定点是否牢固、横担有无断裂或倾斜、绝缘子有无破损等；
- d) 移动绝缘斗时应注意周围线路、杆塔等情况，绝缘斗移动应平稳匀速、防止出现大幅晃动现象，进入带电作业区域的绝缘斗上升或下降速度、绝缘斗边沿的最大线速度不应超过 $0.5m/s$ ；

6.2.2 设置绝缘遮蔽

设置绝缘遮蔽应符合以下要求：

- a) 工作负责人许可后，带电作业操作人员转移绝缘斗至近边相作业位置，按照“从近到远、从下到上、先带电体后接地体”的遮蔽原则和由近到远或先两侧后中间的顺序进行绝缘遮蔽；
- b) 设置绝缘遮蔽隔离措施动作应轻缓，与邻相导线之间应保持足够的安全距离，并控制导线晃动幅度；

- c) 绝缘遮蔽隔离措施应严密、牢固，绝缘遮蔽组合的重叠距离满足要求；
- d) 悬空插入法的导线绝缘遮蔽应按电杆起吊到入坑过程可能触及的带电导线范围设置，每相长度应不小于 6m，绝缘遮蔽中心应与杆坑中心一致；
- e) 线杆综合作业法、地面扶立法、插入扶立法电杆起立方向侧的导线绝缘遮蔽应按电杆起吊到入坑过程可能触及的带电导线范围设置，起立反向侧的导线绝缘遮蔽距杆坑中心每相长度应不小于 3m。

6.2.3 移动带电导线

移动带电导线主要有提升或支撑方式，应符合以下要求：

- a) 线杆综合作业车法作业受到带电导线对地垂直高度的影响，线杆综合作业车作业时带电导线对地垂直高度应不小于电杆吊点高度、起吊绳余绳长度及吊钩与吊臂滑轮允许最小间距之和；开挖立杆一体机作业时带电导线对地垂直高度应不小于抓杆装置固定电杆的上端对地及对带电导线间安全距离之和；满足上述要求时只需将带电导线进行支撑，不能满足时需提升带电导线；
- b) 地面扶立法作业的带电导线对地垂直高度应不小于电杆吊点高度、起吊绳余绳长度、起重机滑轮组最小允许距离及吊臂端头与带电导线间安全距离之和，满足上述要求时只需将带电导线进行支撑，不能满足时需提升带电导线；
- c) 插入扶立法、悬空插入法作业不受带电导线对地垂直高度的影响，只需将带电导线进行支撑以满足电杆起立要求；
- d) 提升带电导线只适用于单回路三角排列架空配电线路，双回路垂直排列和双回路双三角排列线路不应采用提升带电导线的作业方法；
- e) 提升带电导线可采用组装绝缘横担（或提升支架）固定三相导线，利用绝缘斗臂车小吊或起重机提升绝缘横担和带电导线，提升高度应满足线杆综合作业车法和地面扶立法的作业要求；
- f) 提升带电导线应随时观察作业点两侧电杆导线受力及固定情况，宜通过安装导线张力监测装置控制导线提升高度；
- g) 支撑带电导线应使用绝缘支撑杆，支撑的相间距离要求如下：
 - 1) 单回路三角排列线路：两边相导线水平支撑间距应不小于 2.5m，中相导线与两边相导线支撑间应分别不小于 0.7m 和 2.5m；
 - 2) 双回路垂直排列线路：按排列顺序将导线两两水平支撑，等长横担线路水平支撑间距应不小于 2.5m，鼓形排列线路水平支撑间距上相和下相不小于 2.5m、中相不小于 3m；
 - 3) 双回路双三角排列线路：使用两组三角形绝缘支架将两个回路导线固定后，使用绝缘撑杆进行水平支撑，两回路的相邻边相间距应不小于 1.5m。

6.2.4 电杆起吊

电杆起吊应符合以下要求：

- a) 起重机回转中心与所立（撤）电杆杆坑中心水平距离应满足机械使用要求并有足够裕度，起吊绳和承力工具的机械强度应满足作业要求；
- b) 线杆综合作业车法、地面扶立法、插入扶立法电杆起吊过程需穿越带电导线，宜采用裸杆起吊方式进行；悬空插入法电杆起吊过程在双回路垂直排列和双回路双三角排列线路上不宜采用安装全部横担的起吊方式进行，只可安装上层横担；
- c) 线杆综合作业车法、地面扶立法起重机吊臂端部对地垂直高度应不小于吊点高度、起吊绳余绳长度、滑轮组滑轮中心最小允许距离及吊臂与导线安全距离之和；吊点高度位于电杆重心高度上方 1.5m 处，起吊绳长度应不小于 3m；

- d) 插入扶立法起重机吊臂端部对地垂直高度应不小于组立或撤除电杆吊点高度、起吊绳余绳长度、滑轮组滑轮中心最小允许距离之和；吊点高度位于电杆重心高度上方 1.5m 处，起吊绳长度应不小于电杆吊点绑扎固定长度、作业点上导线对地垂直高度及 2m 安全裕度之和；
- e) 悬空插入法起重机吊臂端部对地垂直高度应不小于作业点上导线对地垂直高度、组立或撤除电杆杆高、起吊绳余绳长度、滑轮组滑轮中心最小允许距离及 2m 安全裕度之和；吊点位置位于电杆杆顶下方 0.6m 处，起吊绳长度应不小于电杆吊点绑扎固定长度、吊点至杆顶高度及 0.4m 安全裕度之和；
- f) 地面作业人员使用卸扣将起吊绳一端双绕组合固定在电杆吊点位置，另一端挂在起重机吊钩上；电杆重心的经验计算为距电杆杆根 $0.4L+0.5m$ (L 为杆高)；
- g) 地面作业人员在电杆适当位置安装横担、金具、绝缘子等；
- h) 地面作业人员用电杆绝缘罩（毯）自杆顶向下的杆梢、横担、金具、绝缘子等设置绝缘遮蔽隔离措施，并在电杆起吊固定点下方 0.2m 处系好两侧绝缘控制绳，将电杆接地线固定在电杆杆根 3m 线位置（或电杆焊接钢箍）处并可靠接地；
- i) 起重机指挥操作人员缓缓起吊电杆，电杆杆稍吊离地面约 1m 后暂停起吊，检查起重机支腿及各部位、起吊绳等受力情况，并进行冲击检查，正常后方可继续起吊。

6.2.5 组立或撤除电杆

组立或撤除电杆应符合以下要求：

- a) 组立或撤除电杆作业应设专人统一指挥，统一信号；所有作业人员不应在起重臂、绝缘斗臂车绝缘臂及电杆的下方通过或停留；起重机应使用主钩起吊电杆，避免使用起重机副钩起吊出现的杆身旋转和摆动幅度较大等问题；
- b) 线杆综合作业车法、地面扶立法、插入扶立法组立或撤除电杆作业均应在起吊前先将电杆接地；悬空插入法组立电杆作业应在电杆落地前先将电杆接地，撤除电杆作业应先将电杆接地待电杆离地后方可拆除接地，电杆未接地前或拆除接地后地面作业人员不应直接触碰悬空的电杆；电杆离地高度不应大于 0.2m；
- c) 线杆综合作业车、地面扶立法、插入扶立法组立或撤除电杆起吊过程均应控制好两侧临时拉绳，防止电杆触碰带电导线和吊臂；电杆与带电导线的安全距离应满足要求，起重机的吊臂最上端与带电导线的安全距离应不小于 2m；
- d) 线杆综合作业车组立电杆作业时，当电杆导夹卡紧电杆后可松开两侧临时拉绳，调整杆根位置松起吊绳将其导入杆坑；
- e) 开挖立杆一体机组立电杆作业时，抓杆装置根据电杆高度在合适位置抓紧电杆，调整起重臂长度和角度，将电杆沿顺线路方向旋转至垂直状态，调整杆根位置和起重臂将其导入杆坑；
- f) 地面扶立法组立电杆作业时，组立电杆过程要时刻关注吊臂与导线安全距离，尽可能减少吊臂转动，及时调整杆根位置松起吊滑轮组将其导入杆坑；
- g) 插入扶立法组立电杆作业时，尽可能减少吊臂的转动或伸缩，调整杆根位置松起吊滑轮组将其导入杆坑；
- h) 悬空插入法组立电杆作业时，需在线路外侧控制电杆将其吊直并提升至杆根高出上导线，转动吊臂至杆坑中心线路正上方，松起吊滑轮组将杆根导入杆坑；
- i) 电杆起立校正后，应及时回土夯实电杆基坑，电杆的施工质量应满足以下要求：
 - 1) 电杆顺线路方向位移不应超过设计档距的 3%，横线路方向位移不应超过 0.05m；
 - 2) 回土应分层夯实，每次回土夯实不应大于 0.5m；
 - 3) 土层上部面积应不小于坑口开挖面积，回土高度应超出地面 0.3m；

- j) 待电杆可靠固定后, 带电作业操作人员方可拆除起吊绳;
- k) 撤除电杆与组立电杆作业方法相同, 作业顺序相反, 应先使用起重机将电杆吊紧, 挖开杆根基础或使用辅助拔杆装置, 提升起重机起吊滑轮组将电杆杆根拔出并放置地面。

6.2.6 安装或撤除横担及绝缘子

安装或撤除横担及绝缘子应符合以下要求:

- a) 带电作业操作人员、地面作业人员相互配合从上至下安装杆顶抱箍(单回路三角排列)、横担及绝缘子, 上下传递横担、绝缘子等应避免与电杆、绝缘斗发生碰撞, 横担、绝缘子等不应搁置在绝缘斗上(内), 防止高空落物;
- b) 杆顶抱箍、横担和绝缘子安装完成后, 需对杆顶抱箍、横担、绝缘子、电杆顶部等分别设置绝缘遮蔽措施, 绝缘遮蔽措施应严密牢固, 绝缘遮蔽组合的重叠距离满足要求;
- c) 绝缘子安装应牢固, 线槽方向应正确, 表面无破损并应清除灰垢;
- d) 撤除横担及绝缘子作业顺序与安装相反, 撤除后应及时恢复绝缘遮蔽措施;
- e) 杆顶抱箍、横担的安装工艺应满足以下要求:
 - 1) 安装牢固可靠, 螺杆应与构件面垂直, 螺母平面与构件间不应有间隙, 螺栓紧固后螺杆丝扣露出的长度不应少于两个螺距, 每端垫圈不应超过2个;
 - 2) 杆顶抱箍、横担的螺栓穿入方向为顺线路方向应按线路方向、横线路方向应按线路方向面由左向右或统一方向, 垂直地面方向应由下向上;
 - 3) 横担安装高度应符合设计要求, 横担安装应平正, 端部上下歪斜及左右扭斜偏差均应不大于0.02m;

6.2.7 导线固定与撤除

导线固定与撤除应符合以下要求:

- a) 杆头抱箍、横担、绝缘子及电杆顶部的绝缘遮蔽措施完成后, 带电作业操作人员配合拆除绝缘横担(或提升支架), 拆除应注意控制导线的晃动幅度, 放落应缓慢平稳;
- b) 利用绝缘斗臂车小吊或起重机分别提升带电导线, 单回路三角排列线路按“先中相、再两边相”的顺序进行, 双回路垂直排列线路按“先上相、再中相、后下相”的顺序进行, 双回路双三角排列线路按“先上相、再相邻中间相、后边相”的顺序进行, 提升至绝缘子处固定;
- c) 带电作业操作人员应逐相拆开绝缘遮蔽隔离措施绑扎固定导线, 绑扎时应控制扎线展放长度, 一般不应大于0.1m; 导线绑扎固定后, 应及时恢复绝缘子扎线部位拆开的绝缘遮蔽隔离措施;
- d) 导线撤除顺序与固定顺序相反, 撤除导线固定应先拆扎线、再移动导线, 撤除后应及时恢复绝缘遮蔽措施;
- e) 导线绑扎固定的工艺和质量应满足以下要求:
 - 1) 裸导线绑扎固定应在绝缘子上缠绕铝包带, 缠绕长度应大于接触部分0.03m, 铝包带的缠绕方向应与外层线股的绞制方向一致;
 - 2) 扎线缠绕方向应与导线线股绞向一致、应有2个交叉将导线压在绝缘子顶槽, 扎线收尾短头应绞成小辫并压平, 且麻花不少于5个, 扎线应绑扎紧密、牢固;

6.2.8 退出作业区域

退出作业区域应符合以下规定:

- a) 带电作业操作人员按照“从远到近、从上到下、先接地体后带电体”的原则拆除绝缘遮蔽;
- b) 带电作业操作人员检查电杆及导线上无遗漏物, 装置无缺陷符合运行条件, 并向工作负责人汇报施工质量情况;

- c) 带电作业操作人员操作绝缘斗臂车退出带电工作区域后返回地面,回收绝缘臂时应注意绝缘斗臂车周围电杆、线路等情况。

6.3 工作终结

- 6.3.1 工作负责人组织工作班成员清点工器具,清理施工作业现场。
- 6.3.2 工作负责人对完成的工作进行全面检查,符合验收规范要求后,记录在册并召开现场收工会进行工作点评,宣布工作结束。
- 6.3.3 工作负责人与值班调控人员或工作许可人员联系,汇报工作已经结束,申请恢复主线路变电站重合闸或作业点电源侧的断路器重合闸、分支线路自动转电功能或自愈功能,履行工作终结手续。
- 6.3.4 工作班成员携带作业工器具等撤离现场。

7 安全风险及控制措施

7.1 线杆综合作业车法

- 7.1.1 线杆综合作业车、开挖立杆一体机等作业机械超出使用范围或不适用环境继续作业,存在作业车辆倾覆风险;应根据作业车辆型号对应的作业范围进行选择或采取其它作业方法进行作业。
- 7.1.2 线杆综合作业车在加装绝缘斗使用时无锁止装置,存在作业人员坠落风险;宜根据作业实际情况选择绝缘斗臂车进行作业。
- 7.1.3 线杆综合作业车组立或撤除电杆存在电杆晃动触碰导线风险;组立电杆时电杆导夹卡紧电杆前或撤除电杆时电杆导夹松开后应使用绝缘绳控制电杆方向。
- 7.1.4 开挖立杆一体机抓杆装置未在顺线路方向转动电杆存在触碰导线风险;组立或撤除电杆时应调整吊臂使抓杆装置在顺线路方向转动电杆。
- 7.1.5 导线绝缘遮蔽范围不足存在电杆触碰带电导线风险;导线绝缘遮蔽应按电杆起立方向侧电杆起吊到入坑过程可能触及的带电导线、起立反向侧距杆坑中心不小于3m的范围设置。

7.2 地面扶立法

- 7.2.1 导线对地距离或导线提升高度不满足作业要求,沿顺线路方向开挖马道组立或撤除电杆,起重机频繁伸缩或调整吊臂角度存在触碰带电导线风险;应根据现场作业实际情况控制起重机吊臂的伸缩或采取其它作业方法进行作业。
- 7.2.2 导线绝缘遮蔽范围不足存在电杆触碰带电导线风险;导线绝缘遮蔽应按电杆起立方向侧电杆起吊到入坑过程可能触及的带电导线、起立反向侧距杆坑中心不小于3m的范围设置。

7.3 插入扶立法

- 7.3.1 起重机组立或撤除电杆吊臂始终处于导线上方,超出起重机作业范围存在吊臂倾覆发生线路事故风险;作业时应根据现场实际情况选择满足机械使用要求的起重机进行作业,并有足够裕度。
- 7.3.2 导线绝缘遮蔽范围不足存在电杆触碰带电导线风险;导线绝缘遮蔽应按电杆起立方向侧电杆起吊到入坑过程可能触及的带电导线、起立反向侧距杆坑中心不小于3m的范围设置。

7.4 悬空插入法

- 7.4.1 起重机组立或撤除电杆吊臂始终处于导线上方,超出起重机作业范围存在吊臂倾覆发生线路事故风险;作业时应根据现场实际情况选择满足机械使用要求的起重机进行作业,并有足够裕度。

7.4.2 新组立电杆落地前或撤除电杆离地后电杆未接地，地面作业人员直接触碰或扶立电杆存在触电风险；地面作业人员不应触碰或扶立未安装接地的电杆，或使用绝缘工具控制落地前新组立的电杆或离地后撤除的电杆。

7.5 典型作业环节安全风险及控制措施

7.5.1 典型作业环节安全风险及控制措施见附录 C。

附录 A

(资料性)

典型作业方法人员基本配置一览表

A.1 线杆综合作业车法人员配置基本标准

线杆综合作业车法人员基本配置一览表见表 A.1。

表A.1 线杆综合作业车法人员基本配置一览表

作业分工	线路结构形式			备注
	单回路三角排列	双回路垂直排列	双回路双三角排列	
工作负责人	1人	1人	1人	单设
工作监护人	1人	1人	1人	单设
带电作业操作人员	2人	4人	4人	单侧2人、双侧4人
地面作业人员	2人	2人	2人	控制临时拉线及杆根
起重机指挥人员	1人	1人	1人	单设或兼任
起重机操作人员	1人	1人	1人	单设

A.2 地面扶立法人员配置基本标准

地面扶立法人员基本配置一览表见表 A.2。

表A.2 地面扶立法人员基本配置一览表

作业分工	线路结构形式			备注
	单回路三角排列	双回路垂直排列	双回路双三角排列	
工作负责人	1人	1人	1人	单设
工作监护人	1人	1人	1人	单设
带电作业操作人员	2人	4人	4人	单侧2人、双侧4人
地面作业人员	4人	4人	4人	控制临时拉线及杆根
起重机指挥人员	1人	1人	1人	单设或兼任

起重机操作人员	1人	1人	1人	单设
---------	----	----	----	----

A.3 插入扶立法人员配置基本标准

插入扶立法人员基本配置一览表见表 A.3。

表A.3 插入扶立法人员基本配置一览表

作业分工	线路结构形式			备注
	单回路三角排列	双回路垂直排列	双回路双三角排列	
工作负责人	1人	1人	1人	单设
工作监护人	1人	1人	1人	单设
带电作业操作人员	2人	4人	4人	单侧2人、双侧4人
地面作业人员	4人	4人	4人	控制临时拉线及杆根
起重机指挥人员	1人	1人	1人	单设或兼任
起重机操作人员	1人	1人	1人	单设

A.4 悬空插入法人员配置基本标准

悬空插入法人员基本配置一览表见表 A.4。

表A.4 悬空插入法人员基本配置一览表

作业分工	线路结构形式			备注
	单回路三角排列	双回路垂直排列	双回路双三角排列	
工作负责人	1人	1人	1人	单设
工作监护人	1人	1人	1人	单设
带电作业操作人员	2人	4人	4人	单侧2人、双侧4人
地面作业人员	2人	2人	2人	控制临时拉线及杆根
起重机指挥人员	1人	1人	1人	单设或兼任
起重机操作人员	1人	1人	1人	单设

附录 B

(资料性)

常用起重机各工况额定起重量一览表

B. 1 8T 起重机各工况额定起重量

起重机起吊重量与吊臂伸展长度和起重机作业半径（起重机回转中心与作业中心水平距离）有关。

8T 起重机即最大额定起重量为 8T，其吊臂总长为 26m。

8T 起重机各工况额定起重量一览表见表 B.1。

表 B.1 8T 起重机各工况额定起重量一览表（单位：T）

吊臂伸展长度 (m)	起重机回转中心与杆坑中心水平距离 (m)				
	3	5	7	9	11
8.2	8.0	6.3	—	—	—
11.8	—	6.3	4.2	2.5	—
15.3	—	6.0	3.5	2.6	1.7
18.9	—	5.6	4.3	2.6	1.7
22.4	—	4.6	3.6	2.7	1.8
26	—	—	3.1	2.4	1.8

B. 2 16T 起重机各工况额定起重量

16T 起重机即最大额定起重量为 16T，其吊臂总长为 33m。

16T 起重机各工况额定起重量一览表见表 B.2。

表 B.2 16T 起重机各工况额定起重量一览表（单位：T）

吊臂伸展长度 (m)	起重机回转中心与杆坑中心水平距离 (m)							
	3	5	7	9	12	14	16	18
10.2	16.0	14.7	9.5	—	—	—	—	—
14.7	14.8	14.0	10.1	6.7	3.9	—	—	—
19.3	—	13.5	10.2	6.8	4.1	3.0	2.3	—
23.9	—	11.0	9.0	7.0	4.2	3.2	2.4	1.9
28.4	—	—	7.0	6.2	4.7	3.2	2.5	2.0
33	—	—	5.6	4.8	4.0	3.1	2.5	2.0

B. 3 25T 起重机各工况额定起重量

25T 起重机即最大额定起重量为 25T，其吊臂总长为 42m。

25T 起重机各工况额定起重量一览表见表 B.3。

表 B.3 25T 起重机各工况额定起重量一览表 (单位: T)

吊臂伸展长度 (m)	起重机回转中心与杆坑中心水平距离 (m)										
	3	5	7	9	11	13	15	18	20	22	24
10.8	25.0	22.6	15.0	—	—	—	—	—	—	—	—
14.7	—	21.5	14.7	10.8	7.6	—	—	—	—	—	—
18.6	—	18.3	14.6	10.5	7.45	5.3	—	—	—	—	—
24.5	—	17.5	14.2	11.7	8.1	6.0	4.5	2.9	—	—	—
30.3	—	—	12.3	11.0	8.3	6.4	4.9	3.3	2.6	2.0	—
36.2	—	—	—	8.8	7.8	6.3	5.2	3.6	2.8	2.3	1.8
42	—	—	—	—	6.5	5.6	4.9	3.8	3.0	2.4	2.0

B. 4 50T 起重机各工况额定起重量

50T 起重机即最大额定起重量为 50T，其吊臂总长为 45m。

50T 起重机各工况额定起重量一览表见表 B.4。

表 B.4 50T 起重机各工况额定起重量一览表 (单位: T)

吊臂伸展长度 (m)	起重机回转中心与杆坑中心水平距离 (m)										
	3	5	7	9	12	14	16	18	20	24	28
11.5	50.0	32.5	23.0	—	—	—	—	—	—	—	—
15.7	—	30.6	22.3	15.8	10.2	—	—	—	—	—	—
19.9	—	28.0	22.0	16.2	10.0	7.3	5.4	—	—	—	—
26.2	—	25.5	22.0	16.7	10.9	8.1	6.2	4.8	3.7	—	—
32.4	—	—	20.0	16.8	11.4	8.6	6.7	5.3	4.2	2.6	—
38.7	—	—	14.2	13.7	11.6	9.0	7.1	5.6	4.5	3.0	1.9
45	—	—	—	9.2	9.0	8.1	7.1	5.9	4.8	3.2	2.2

B. 5 100T 起重机各工况额定起重量

100T 起重机即最大额定起重量为 100T，其吊臂总长为 75.5m。

100T 起重机各工况额定起重量一览表见表 B.5。

表 B.5 100T 起重机各工况额定起重量一览表 (单位: T)

吊臂伸展长度 (m)	起重机回转中心与杆坑中心水平距离 (m)											
	3	5	7	9	12	14	20	26	32	38	48	58
14.0	100.0	77.0	57.5	43.0	—	—	—	—	—	—	—	—
18.7	90.0	73.0	58.0	43.5	31.8	26.5	—	—	—	—	—	—

23.4	-	70.0	57.0	44.7	32.7	27.5	-	-	-	-	-	-
28.1	-	64.0	56.0	43.0	32.3	27.5	17.8	-	-	-	-	-
32.9	-	-	52.5	45.5	33.3	28.0	18.8	12.7	-	-	-	-
37.6	-	-	48.5	43.0	33.0	29.0	18.3	13.0	-	-	-	-
42.3	-	-	-	40.5	34.0	22.3	18.9	13.4	9.9	-	-	-
47.0	-	-	-	-	25.0	20.2	15.3	10.2	7.7	5.9	-	-
51.7	-	-	-	-	23.0	19.0	14.6	10.5	7.8	6.0	-	-
56.4	-	-	-	-	21.5	16.0	14.5	10.4	7.9	5.8	-	-
61.2	-	-	-	-	-	-	13.5	10.6	7.8	5.8	3.7	-
65.9	-	-	-	-	-	-	12.5	10.7	8.0	6.1	3.8	-
70.6	-	-	-	-	-	-	10.0	10.0	7.6	5.9	3.6	3.9
75.5	-	-	-	-	-	-	8.1	8.0	7.4	6.0	3.9	2.1

注：上述参数来源于 GB/T 26473 起重机 随车起重机安全要求。

附录 C

(资料性)

典型作业环节安全风险及控制措施

C.1 典型作业环节安全风险及控制措施

典型安全风险及控制措施见表 C.1。

表 C.1 典型作业环节安全风险及控制措施

序号	作业	安全风险	控制措施
1	作业车辆停放	1. 作业车辆支腿支放在沟道盖板上，车辆支腿、车轮或履带的前端或外侧与沟、坑边缘的距离小于沟、坑深度的 1.2 倍，存在车辆倾覆风险。 2. 作业车辆停放在松软地面上，支腿未采用垫块或枕木，使用垫块或枕木不符合规定，存在车辆倾覆风险。 3. 作业车辆在坡地停放时未按要求裝设防滑动措施，存在车辆滑动风险。	1. 作业车辆支腿应避开沟道盖板，支腿、车轮或履带的前端或外侧与沟、坑边缘的距离应大于沟、坑深度的 1.2 倍，必要时应采取防倾、防坍塌措施。 2. 作业车辆在松软地面上使用时，应使用垫块或枕木，垫块或枕木重叠不超过 2 块且呈 45° 角；支腿支撑应到位，“H”型支腿的车型四轮应离地，车辆前后、左右呈水平（车体自带水准仪的横向、纵向气泡调整居中，车体不带水准仪的用水平尺进行横向、纵向找平）。 3. 作业车辆在坡地停放时，调整水平后车辆前后倾斜应小于 5°，并设置防滑动装置。
2	现场布置及工具检查	1. 现场作业未按要求布置或未布置即开工，存在作业现场施工机具作业范围受限或相互影响、易造成现场混乱引发高空落物伤人等风险。 2. 工器具未分类摆放在防潮垫上，存在绝缘工具受损及绝缘性能降低风险。 3. 作业所用工具未认真检查、检测或漏检，存在使用不合格工具易造成作业人员触电等风险。	1. 所有进入作业现场人员必须正确佩戴安全帽。 2. 工作现场安全围栏应设置完整，安全围栏范围应综合高空落物、倒杆及遮蔽隔离措施不完整或失效情况下电杆碰触带电体形成跨步电压的影响区域，并装设相应交通警示牌，围栏的出入口设置应合理。 3. 所用工具应分类摆放在防潮垫上，防止绝缘工具与金属工具磕碰造成损伤及绝缘工具受潮；绝缘工具、个人防护器具等必须在试验合格期内，使用前应仔细检查其是否损坏、变形或失灵。 4. 戴干燥、清洁手套用毛巾擦拭绝缘工具表面，并用绝缘电阻检测仪分段检测，检测应采用点测方法，不应使电极在绝缘工具表面滑动，避免刮伤绝缘工具表面；测量电极极宽 2cm、极间距 2cm，绝缘电阻值应不低于 700MΩ。

3	<p>作业机具检查与试操作</p> <p>1. 使用不合格或超期未审的作业车辆，存在不当使用发生事故风险。</p> <p>2. 使用未经检测或检测不合格、荷载不符合作业要求的承力工器具，存在断落坠地风险。</p> <p>3. 使用无接地线的作业车辆，存在车辆误碰带电设备造成触电风险。</p> <p>4. 作业车辆未进行检查和承载系统试操作，存在起吊重物过程重物掉落等风险。</p>	<p>1. 作业车辆使用前，应确认车辆检测报告及车辆租赁合同、车辆使用维护记录完整、有效，起重机操作人员应具有相应的操作证。</p> <p>2. 作业车辆车体应可靠接地，接地线应使用有透明护套、截面积不小于25mm^2的多股软铜线，临时接地体埋深应不小于0.6m，截面积应不小于190mm^2。</p> <p>3. 检查起重机吊钩无裂纹、闭锁装置及连接件完好，吊钩钢丝绳无严重变形及断股等现象，吊钩钢丝绳回头部分不应小于0.3m。</p> <p>4. 作业车辆、承力工器具应检测检验合格，不应超载使用。</p> <p>5. 试操作绝缘斗臂车、起重机等应在专人指挥（监护）下进行，确认液压传动、回转、升降、伸缩系统工作正常，操作灵活，制动装置可靠。</p>
4	<p>基坑开挖</p> <p>1. 基坑开挖前未确认附近地下设施或环境，易发生其它设施损坏或人身伤害风险。</p> <p>2. 基坑开挖的深度不满足所立电杆要求，易发生倒杆风险。</p>	<p>1. 基坑开挖前，应确认地下设施的确切位置，周围环境能保障人身安全，并采取相应的防护措施。</p> <p>2. 基坑开挖的深度应满足所立电杆的埋深要求，基坑深度允许偏差为$-50\sim+100\text{mm}$，横线路及顺线路方向的位移不超过50mm。</p>
5	<p>进入作业区域</p> <p>1. 未进行验电立即开展作业，存在过电压伤害风险。</p> <p>2. 带电作业操作人员未穿戴绝缘防护用具进入工位作业位置，存在人员触电风险。</p> <p>3. 带电作业操作人员使用绝缘承载工具进入作业位置未及时使用安全带，存在高处坠落风险。</p> <p>4. 作业人员未检查作业点范围内设备间距、导线及固定点、横担、绝缘子等完好情况，存在设备损坏风险。</p>	<p>1. 带电作业操作人员作业前应对可能触及范围内的设备进行验电，验电器应与作业线路电压等级相同，确认无漏电现象。</p> <p>2. 验电时作业人员应注意验电方式，人体应与带电导体保持不小于0.4m的安全距离，绝缘操作杆有效绝缘长度不小于0.7m，不应使用验电器短接相、地安全距离。</p> <p>3. 带电作业操作人员应根据作业需求穿戴个人安全防护用具，包括绝缘服或绝缘披肩或绝缘袖套、绝缘安全帽、绝缘手套、绝缘鞋、护目镜等，作业时不应同时接触不同电位。</p> <p>4. 带电作业操作人员应按规定正确使用安全带。</p> <p>5. 带电作业操作人员作业前应对作业范围内的设备间距、导线及固定点等进行检查，确认导线间距符合要求、横担无断裂或倾斜、绝缘子无破损、导线无断股、导线固定点固定牢靠等。</p>
6	<p>绝缘遮蔽设置</p> <p>1. 绝缘遮蔽措施设置未遵守遮蔽原则或绝缘遮蔽设置不满足作业要求，存在作业人员触电风险。</p> <p>2. 绝缘遮蔽设置过程安全距离不足，存在作业人员触电风险。</p> <p>3. 绝缘遮蔽设置时因动作幅度过大，造成导线晃动较大，存在引起相间短路风险。</p>	<p>1. 绝缘遮蔽应从作业位置按照“从近到远、从下到上、先带电体后接地体”的遮蔽原则和由近到远或先两侧后中间的顺序进行绝缘遮蔽，绝缘遮蔽设置的范围应满足作业要求；绝缘遮蔽隔离措施应严密、牢固，绝缘遮蔽组合的重叠距离不得小于0.15m，必要时应进行绝缘补强。</p> <p>2. 带电作业操作人员不应同时接触不同电位，作业人员与接地体、带电体均应保持0.4m以上安全距离，对邻相保持0.6m以上的安全距离，绝缘臂有效绝缘长度不应小于1.0m。</p> <p>3. 设置绝缘遮蔽动作幅度不宜过大。</p>

7	<p>移带导线</p> <p>1. 未计算导线荷载及应力，存在提升或支撑导线的绝缘支撑杆在移动导线过程中存在断裂风险。</p> <p>2. 移动导线时因动作幅度过大，存在引起相间短路及相邻两杆导线固定点脱落风险。</p> <p>3. 绝缘支撑杆设置过程中安全距离不足，存在作业人员触电风险。</p>	<p>1. 作业前应计算导线的垂直荷载及悬点应力，合理选择绝缘提升或支撑装置及方式，提升或支撑装置不应超荷载使用。</p> <p>2. 移动导线前应检查绝缘提升或支撑装置与导线固定端固定情况，确认牢靠后方可移动导线，导线移动应平稳，防止摆动过大引发相间短路故障。</p> <p>3. 提升导线的绝缘横担或支架应与导线固定，提升时应平稳，提升高度应满足作业要求。</p> <p>4. 支撑导线的绝缘支撑杆应与导线固定，支撑时应平稳，支撑后的相间距离应满足作业要求。</p> <p>5. 绝缘提升或支撑装置安装及导线提升过程的作业点正下方不应有人逗留。</p>
8	<p>电杆起吊</p> <p>1. 起重机操作人员未持相应操作证，未统一指挥信号，存在操作安全风险。</p> <p>2. 承力工具不合格或超载使用，组立或撤除电杆起吊绳和起吊点选择不合理，电杆稍离地未进行冲击试验，存在承力工具及电杆掉落损坏风险。</p> <p>3. 电杆起吊未使用绝缘吊带，起重机等机械的金属臂在实施仰起、回转等动作时，金属部分触碰电体，存在作业人员触电风险。</p> <p>4. 起重机作业过程中移动速度过快或出现频繁急停、急动，存在电杆触碰带电导线及作业人员触电等风险。</p> <p>5. 电杆未接地或地面作业人员未穿戴绝缘靴、绝缘手套扶住杆根，存在作业人员触电风险。</p> <p>6. 起吊过程中起重机吊臂下方及杆下有人经过或逗留存在落物伤人风险。</p>	<p>1. 起重机操作人员应持有相应操作证，穿好绝缘靴，统一指挥信号，首次作业前应在模拟场地进行模拟操作。</p> <p>2. 电杆起吊前应检查电杆本体，普通电杆无纵向裂纹，横向裂缝宽度不应超过 0.1mm；预应力电杆无横向裂纹。</p> <p>3. 电杆组立或撤除应根据作业方法选择起吊绳和起吊点，电杆离地 0.5m 时应进行冲击检查试验，检查确认吊点等各部件牢固可靠方可继续进行起吊工作。</p> <p>4. 承力工具不应超载使用，卸扣不应横向受力，销轴不应扣在活动的绳套或索具内；吊带不应拖拉、打结使用。</p> <p>5. 起重机操作过程应缓慢、平稳，金属臂在实施仰起、回转等动作时，与带电体保持不小于 1.0m 的安全距离。</p> <p>6. 地面作业人员配合电杆落入杆坑时不应裸手接触电杆，应穿好绝缘鞋（靴）、戴好绝缘手套及防护手套。</p> <p>7. 电杆起吊过程中，作业人员不应在杆下及起重机吊臂下方经过或逗留，非作业人员应在 1.2 倍杆高以外。</p>
9	<p>组立或撤除电杆</p> <p>1. 组立或撤除电杆未设专人指挥和统一信号，存在施工现场指挥混乱及误碰带电体等风险。</p> <p>2. 地面作业人员扶立电杆未穿戴绝缘防护用具存在触电风险。</p> <p>3. 组立或撤除电杆倒杆范围除扶立人员外有人员逗留存在倒杆伤人风险。</p> <p>4. 未按规定回填夯实电杆基坑立即开展后续作业存在倒杆伤人风险。</p>	<p>1. 组立或撤除电杆作业应统一指挥、统一信号，非作业人员不就在进入作业现场。</p> <p>2. 地面作业人员扶立电杆时应穿好绝缘鞋（靴）、戴好绝缘手套及防护手套。</p> <p>3. 组立或撤除电杆作业除地面扶立电杆操作人员外，其余人员应在 1.2 倍杆高安全距离之外；工作负责人、地面作业人员不应站在起重机吊臂、绝缘斗臂车绝缘臂及电杆下方。</p> <p>4. 不应使用起重机校正电杆。</p> <p>5. 新杆起立后应按规定进行杆坑回填夯实，每次填土夯实深度应不大于 0.5m，回填土防沉层高出地面不小于 0.3m。</p>

10	安装或拆除横担及 造成误碰带电体存在触电风险。 横担安装后未紧固存在单相接地风险。 在作业点正下方逗留，存在高空落物伤人风险。	<p>1. 未对横担等进行绝缘遮蔽（包裹），造成误碰带电体存在触电风险。</p> <p>2. 未对横担、金具进行检查、检测，横担安装后未紧固存在单相接地风险。</p> <p>3. 未使用绳索传递工具及材料、有人在作业点正下方逗留，存在高空落物伤人风险。</p> <p>1. 安装或撤除横担及绝缘子应进行绝缘遮蔽，遮蔽措施应严密牢固，绝缘遮蔽组合的重叠距离不得小于 0.15m。</p> <p>2. 杆顶抱箍、横担、绝缘子等的安装工艺应满足施工和验收规范要求，安装牢固，线槽方向正确；绝缘子安装前应清除表面灰垢、检查表面无破损，绝缘电阻不小于 $500\text{ M}\Omega$；针式绝缘子、线路柱式绝缘子安装应加平垫及弹簧垫圈，安装应牢固。</p> <p>3. 传递工具、材料应使用绝缘绳索进行并绑扎牢固，不应在作业点正下方逗留。</p>
11	固定导线 存在相间短路及单相接地风险。 移动导线晃动幅度大，存在相间短路风险。 绝缘遮蔽不满足作业要求，未进行绝缘补强即开展工作，存在触电风险。	<p>1. 拆除或绑扎扎线时，未圈成圈使用，存在相间短路及单相接地风险。</p> <p>2. 移动导线晃动幅度大，存在相间短路风险。</p> <p>3. 绝缘遮蔽不满足作业要求，未进行绝缘补强即开展工作，存在触电风险。</p> <p>1. 拆除或绑扎扎线应圈成圈使用，扎线展放长度控制在 0.1m 以内，防止碰触遮蔽工具。</p> <p>2. 移动导线时缓缓进行，避免导线大幅晃动造成相间短路。</p> <p>3. 绝缘遮蔽的范围不能满足作业要求时应进行绝缘补强后方可进行后续作业。</p>