国家电网有限公司输变电工程机械化施工装备体系

1 架空输电线路工程

1.1 临时道路修筑

- 1.1.1 道路修筑
  - 道路修筑装备：清障开辟车 ○
- 1.1.2 道路搭设
  - 机械化路搭设装备：路面铺收车 ○；滩涂通道板 ○
    - 路面宽度：3.5m | 4.2m
  - 机械化桥搭设装备：桥梁架收车 ○；动力舟桥 ✓
    - 架设距离：15m | 25m | 26m | 51m | 81m
    - 舟体型深：0.74m | 0.8m
  - 机械化平台搭设装备：作业浮箱 ○
    - 动力型式：自带动力 | 无动力

1.2 物料运输

- 1.2.3 物料运输
  - 地面运输装备：履带式运输车 ✓
    - 额定载荷：2t | 2.5t | 3t | 3.5t
  - 架空运输装备：货运索道 ✓；轨道式运输车 ○
    - 额定载荷：轻型 | 中型 | 重型 | 超重型
    - 额定载荷：0.3t | 1.5t | 2t | 3t
  - 空中运输装备：有人直升机 ○；重载无人机 ✓；系留气球；动力飞艇
    - 最大外挂重量：11.34t | 2.7t
    - 额定载荷：150kg | 300kg

1.3 基础施工

- 1.3.4 基坑开挖
  - 岩石锚杆钻机（适用孔径90-150mm）
    - 分体式岩石锚杆钻机 ✓
      - 适用岩石强度：40MPa及以下
    - 一体式岩石锚杆钻机 ✓
      - 适用岩石强度：40MPa以上
  - 微型桩钻机（适用孔径200-400mm）
    - 分体式微型桩钻机 ✓
      - 适用岩石强度：40MPa及以下
    - 轮步式作业平台 ○
      - 适用岩石强度：40MPa~80MPa
    - 微型桩潜孔锤钻机 ○
      - 适用岩石强度：80MPa及以上
  - 挖孔桩钻机（适用孔径600-3200mm）
    - 分体式挖孔桩钻机 ○
      - 适用岩石强度：40MPa及以下
    - 电建钻机 ✓
      - 适用岩石强度：40MPa~60MPa
    - 深基坑作业一体机 ✓
      - 适用岩石强度：60MPa以上
  - 螺旋锚钻机
    - 螺旋锚钻机 ○
- 1.3.5 钢筋笼制作
  - 钢筋笼制作装置
    - 钢筋笼立式制作装置 ○
    - 钢筋笼卧式制作装置 ○
      - 钢筋笼直径：1.2m~2m | 1.2m~2.2m
- 1.3.6 混凝土浇筑
  - 混凝土浇筑装备
    - 混凝土罐车 ✓
    - 混凝土泵车 ✓
    - 基础养护装置 ○
      - 容量：1.5m³ | 2m³ | 4m³ | 5m³
      - 最大输送量：65m³/h | 138m³/h | 170m³/h | 180m³/h

1.4 组塔施工

- 1.4.7 塔材组片
  - 塔材组片装置
    - 塔材组片装置 ○
- 1.4.8 塔材吊装
  - 流动式起重机
    - 全地面起重机 ✓
    - 履带式起重机 ✓
      - 额定起重量：50t | 80t | 130t | 200t | 300t
  - 固定式落地抱杆
    - 悬浮抱杆 ✓
    - 落地摇臂抱杆 ✓
    - 落地平臂抱杆 ✓
    - 四柱抱杆 ✓
      - 额定起重量：2×20kN | 2×30kN | 2×45kN | 2×50kN | 2×60kN
      - 额定起重量：2×20kN | 2×80kN | 2×200kN | 2×300kN
      - 额定起重量：20kN | 30kN | 50kN
  - 移动式落地抱杆
    - 履带式落地抱杆 ✓
    - 轮步式落地抱杆 ✓
      - 额定起重量：2×15kN | 2×25kN | 15kN
- 1.4.9 塔材紧固
  - 塔材紧固装备
    - 螺栓紧固机器人 ○

1.5 架线施工

- 1.5.10 跨越施工
  - 固定式跨越架
    - 金属格构式跨越架 ✓
    - 悬索式跨越架 ✓
      - 主臂型式：主臂伸缩对接式；主臂单向推进式；主臂吊桁式；主臂旋转式
      - 主臂型式：绝缘绳杆式 | 绝缘网杆式 | 绝缘杆式
  - 移动式跨越架
    - 伞形跨越架 ✓
    - 羊角跨越架 ✓
    - 照明系统 ✓
      - 冲击载荷：20kN | 50kN | 100kN
      - 支撑方式：灯杆 | 系留无人机 | 车载照明
- 1.5.11 导地线展放
  - 导地线展放装备
    - 多旋翼无人机 ✓
    - 牵引机 ✓
    - 张力机 ✓
    - 牵张设备集控装置 ✓
      - 额定牵引力：50kN | 80kN | 150kN | 180kN | 250kN | 360kN
      - 额定张力：40kN | 50kN | 60kN | 70kN | 80kN | 100kN
- 1.5.12 紧线挂线
  - 紧线挂线装备
    - 电动紧线机 ✓
    - 弧垂监测机器人 ○
    - 自动压接机 ✓
      - 额定载荷：30kN | 60kN | 90kN | 120kN
      - 端口出力：50mm | 60mm | 80mm
- 1.5.13 附件安装
  - 附件安装装备
    - 间隔棒安装机器人 ○
      - 适配导线：两分裂 | 四分裂 | 六分裂

2 变电站工程

2.1 变电土建

- 2.1.1 地基施工
  - 地基施工装备
    - 履带式强夯机 ✓
    - 压密注浆机 ✓
    - 挖掘机 ✓
    - 推土机 ✓
    - 振动压路机 ✓
      - 夯击能：500kN·m | 3500kN·m | 4500kN·m
      - 注浆模式：双液浆 | 单液浆
      - 额定斗容：1m³-1.2m³ | 0.04m³-0.06m³ | 0.23m³ | 0.6m³
      - 额定功率：120kW | 250kW | 320kW | 500kW
      - 工作质量：1000kg | 6000kg | 14000kg
- 2.1.2 桩基础施工
  - 装配式基础施工装备
    - 液压式压桩机 ✓
    - 轮胎式起重机 ✓
      - 压桩力：680tf | 860tf | 960tf | 1060tf
      - 最大起重量：50t | 80t | 100t | 160t | 200t
  - 现浇式基础施工装备
    - 旋挖钻机 ✓
    - 混凝土泵车 ✓
      - 额定扭矩：150kN·m | 360kN·m
      - 布料高度：37m | 48m | 60m
- 2.1.3 建筑物施工
  - 装配式建筑物施工装备
    - 轮胎式起重机 ✓
    - 剪叉式升降平台 ✓
    - 混凝土摊铺机 ✓
    - 地坪漆涂敷机器人 ✓
      - 最大起重量：16t | 25t | 50t | 80t | 100t
      - 工作高度：7m | 14m | 22m
      - 摊铺宽度：2.0m | 2.8m | 0.6m
  - 现浇式建筑物施工装备
    - 塔式起重机 ✓
      - 最大额定起重量：3t | 5t | 8t
- 2.1.4 构筑物施工
  - 装配式构筑物施工装备
    - 预制围墙运输安装一体机 ○
    - 汽车起重机 ✓
    - 曲臂升降车 ✓
      - 最大额定起重量：50t | 70t | 100t | 150t | 300t
      - 工作高度：14m | 18m | 20m | 25m | 30m
  - 现浇式构筑物施工装备
    - 混凝土搅拌运输车 ✓
    - 混凝土泵车 ✓
      - 罐体容积：1.5m³ | 2m³ | 2.2m³ | 4m³ | 5m³
      - 最大输送量：65m³/h | 138m³/h | 170m³/h | 180m³/h
- 2.1.5 构支架施工
  - 构支架施工装备
    - 汽车起重机 ✓
    - 升降工作平台 ✓
      - 最大额定起重量：50t | 70t | 100t | 150t | 300t
      - 工作高度：18m | 24m | 28m | 43m | 72m

2.2 电气安装

- 2.2.6 一次设备施工
  - 气体绝缘类设备安装装备
    - GIS运输就位装置 ○
    - GIS无尘化安装系统 ○
    - GIS气雾监测装置 ✓
    - GIS气室内检机器人
      - 额定起重量：0.5t | 1t | 2t
      - 结构型式：户外集成式 | 户外移动式 | 防尘设施
      - 监测内容：环境温湿度 | 粉尘度 | 有毒有害气体
  - 油绝缘类设备安装装备
    - 变电站油气处理集中控制系统 ✓
    - 主设备安装智能感知装置 ✓
    - 低频电流短路法加热装置 ○
      - 结构形式：全密封 | 主机、传感器分体式
  - 屏柜安装装备
    - 屏柜搬运机 ○
      - 额定载荷：0.5t | 1t | 1.5t
  - 二次电缆安装装备
    - 电缆支架安装机器人
    - 二次对丝线双臂协作机器人
    - 二次电缆自动敷设机器人
- 2.2.7 二次设备施工
  - 变压器电气试验装置
    - 变压器一体化检测装置 ✓
  - 耐压试验装置
    - GIS耐压试验平台 ✓
    - GIS同频同相耐压试验装置 ✓
      - 输出气压：50kV | 100kV
  - 局放试验装置
    - 变压器局放试验平台 ✓
    - 数模一体继保测试仪 ✓
    - 监控信息一体化自动验收装置 ✓
    - 三相通流通压综合测试仪 ✓
    - 继电保护定值校核仪 ✓
      - 结构形式：普通 | 手持
  - 继保调试(通用)装置
  - 继保调试(智能站)装置
    - 数字量继保测试仪 ✓
  - 光缆调试装置
    - 光纤测试仪 ✓
- 2.2.8 试验调试

3 电缆（海缆）工程

3.1 电缆土建

- 3.1.1 基坑(槽)施工
  - 直埋装备
    - 开/挖槽机 ✓
  - 排管、电缆沟装备
    - 反铲挖掘机 ✓
    - 装载机 ✓
    - 钢板压拔桩机 ✓
      - 铲斗容量：1m³ | 0.47m³ | 0.04m³
      - 额定载荷：5800kg | 6800kg | 1290kg | 5500kg
      - 振动力：250kN | 1100kN
  - 明挖隧道装备
    - 伸缩臂挖掘机 ✓
    - 锚杆钻机 ✓
    - 混凝土喷射机 ✓
    - U型盾构
      - 额定转矩：50N·m | 90N·m
      - 喷射能力：5-5.5m³/h | 5-6m³/h | 6-7m³/h
  - 暗挖/顶管/盾构工井装备
    - 门式起重机 ✓
    - 成槽机 ✓
    - 铣槽机 ✓
      - 起重量：3.2t | 5t | 8t | 10t
      - 最大成槽深度：70m | 80m | 120m
      - 成槽厚度：800-1800mm | 800-1800mm | 1000-2000mm
  - 浅埋暗挖隧道装备
    - 悬臂式隧道掘进机 ✓
    - 注浆机 ✓
    - 锚杆台车 ✓
    - 水磨取芯掘进机 ○
      - 切割高度：4.2m | 4.6m | 6.2m
      - 注浆模式：双液浆 | 单液浆
- 3.1.2 通道掘进施工
  - 钻爆法隧道装备
    - 凿岩台车 ✓
      - 单臂 | 双臂 | 三臂
  - 顶管隧道装备
    - 圆形泥水/土压/气压顶管机 ✓
    - 岩石顶管机
    - 微型顶管机
    - 矩形/马蹄形顶管机
    - 顶盾机
    - 中继间 ✓
      - 适用管径：800mm | 1000mm | 1800mm | 2600mm
  - 盾构隧道装备
    - 盾构机 ✓
    - 隧道掘进机（TBM）✓
      - 最大推力：2200t | 1850t | 6200t
  - 定向钻管道装备
    - 水平定向钻机 ✓
      - 回托力：150kN | 230kN | 350kN | 880kN
- 3.1.3 通道结构施工
  - 明挖隧道/管廊结构装备
    - 铝合金滑动模板 ✓
  - 暗挖隧道结构装备
    - 二衬台车
  - 隧道隔板装备
    - 预制隔板拼装机
  - 支架装备
    - 支架安装机器人
- 3.1.4 通道结构检测
  - 超前探测装置
    - 水平定向钻机 ✓
    - 地质钻机 ✓
      - 回托力：150kN | 230kN | 350kN | 880kN
      - 钻进深度：100m | 500m | 1000m
  - 结构检测装置
    - 隧道检测机器人 ○
    - 管道检测机器人 ○
    - 测绘机器人 ○
      - 防护等级：IP68 | IP68 | IP65 | IP67
  - 智能化监测装置
    - 电缆隧道巡检机器人 ✓
      - 防护等级：IP67 | IP68 | IP65 | IP66

3.2 电缆GIL敷设

- 3.2.5 电缆/GIL运输
  - 管廊/隧道装备
    - GIL运输车
    - 电缆牵引机 ✓
    - 输送机 ✓
      - 单回 | 双回 | 三回
      - 最大牵引力：10t | 5t | 2t
- 3.2.6 电缆/GIL安装
  - 隧道装备
    - GIL安装装置
    - 电缆敷设成套装备 ○
    - 电缆上架装置 ○
    - 电缆加热保温车 ○
      - 额定负载：20t | 30t | 50t | 80t
      - 最大提升重量：400kg | 800kg | 1000kg
  - 工井排管装备
    - 电缆输送机 ✓
      - 输送电缆直径：48-140mm; 74-180mm; 48-180mm; 60-200mm; 48-180mm
- 3.2.7 电缆附件安装
  - 隧道装备
    - 高压电缆预处理装置 ○
    - 电缆接头绕包机器人 ○
- 3.2.8 电缆试验
  - 耐压试验装置
    - 高压电缆GIS终端试验套筒 ✓
    - 变频谐振耐压设备 ✓
      - 品质因数：120 | 80 | 100
  - 局放试验装置
    - 同步分布式局部放电检测设备 ✓
      - 局放输入频带：0-30MHz | 0-20MHz | 0.1-30MHz
  - 电缆线路参数试验装置
    - 电缆线路参数测试仪 ✓
      - 电源功率：4kVA | 2.5kVA | 2.4kVA

3.3 海缆施工

- 3.3.9 海缆敷设
  - 路由勘察装备
    - 路由勘察船
    - 路由无人勘察船
  - 海缆退扭装备
    - 电缆电动转盘 ✓
      - 最大载缆量：500-15000t
  - 敷设施工装备
    - 布缆机 ✓
    - 海缆敷设船 ○
    - 埋设犁 ○
    - 埋设犁牵引机 ○
    - 门型吊架 ○
    - 甲板储缆装置 ○
      - 最大牵引力：20t | 10t
      - 最大载缆量：500t | 5000t | 10000t | 15000t
      - 最大埋深深度：5m | 4m | 3m
      - 最大牵引力：60t | 32t
      - 起重能力：60t
      - 额定负载：8t
  - 辅助施工装备
    - 施工拖带船 ✓
    - 施工抛/起锚船 ✓
    - 施工警戒船 ✓
    - 水下机器人 ✓
      - 最大拖带速度：7节 | 6节 | 5节
      - 主机功率：706kW | 660kW
      - 最大作业深度：500m | 200m

图注：

	工程类型	共3个
	主工序	共10个
	子工序	共30个
	装备大类	共68个
	装备小类	共154个
	装备型号	共512个
✓	装备制定有技术标准	
○	装备制定有技术规范	
系留气球(红色字体)	在研装备	

国家电网有限公司机械化施工装备体系架构

“3”个工程类型	“10”个主工序	“30”个子工序	“X”个序列

国家电网有限公司机械化施工装备体系特征

全过程覆盖	全地形适应	全天候可用	全系列发展