

1. 工程(设备)概况及特点

本工程为 XXXX 工程,线路分别起 XXXXX220kV 线路#5+1、#6 塔,终于 220kVXX 变。全线双回路电缆 xxx 公里,电缆为 YJLW03 1×2000mm²,电缆敷设方式为电缆沟(电缆沟、桥、涵、顶管临时隧道等)+电缆排管。

1.1. 电缆技术参数

①电缆截面	220kV 1×2000 mm ²
②电缆外径	157mm
③施工时最小允许弯曲半径	4.0m
④电缆整理时允许弯曲半径	3.0m
⑤允许最大牵引力(线芯)	70N/mm ²
⑥允许最大侧压力	3 kN/m
⑦ 单位重量	32.5kg/m

1.2. 工程特点:

电缆敷设方式为电缆沟(电缆沟、桥、涵、顶管临时隧道等)+电缆排管

1.3 编制依据:

本施工方案编制依据:设计图纸、《电气装置安装工程电缆线路及验收规》、《电力工程电缆设计规范》

2. 施工前准备工作及必须具备条件

2.1. 施工人员安排:

施工负责人	X 人
技 术 员	X 人
电缆技工	X 人
电 工	X 人(持证)
焊 工	X 人(持证)
辅 助 工	XX 人

2.2. 施工人员必需具备的条件

- 2.2.1. 参加施工人员都应受过三级安全教育,并通过安全规程考试
- 2.2.2. 熟悉施工图纸及施工现场环境
- 2.2.3. 对电缆知识相当了解,具有敷施工高压电缆的施工经验.
- 2.2.4. 相应工种的施工人员必需持证上岗

2.3. 工器具准备见附录二

2.4. 设备及材料准备

2.4.1. 根据设计及施工图要求, 结合现场实际情况及时准备好相关设备和材料。

2.4.2. 设备运抵现场后, 应认真做到下列检查:

A. 制造场的技术文件应齐全, 主要包括合格证或质保书、产品说明书。

B. 设备型号、规格应符合设计要求, 且均应完好无损。

2.5. 对环境的要求

2.5.1. 变电所设备、电缆沟(电缆沟、桥、涵、顶管临时隧道等)、支架已施工完毕, 且均通过验收, 符合敷设 220kV 电缆条件。

3. 施工方案

根据施工设计要求, 我公司现有设备情况和结合本工程地形变化, 为保证电缆敷设质量, 本工程决定采用电缆输送机+机械、人工牵引电缆敷设方案。电缆敷设方向为变至 xx#5+1 塔、变至 xx#6 塔。

3.1. 电缆盘应由专人用吊车吊装到位, 开箱检查电缆是否有破损、是否有电缆出厂技术报告, 核对电缆规格、长度。电缆在展放前应作金属护套对地绝缘试验。

3.2. 检查、清除电缆沟内杂物, 检查每段敷设电缆路径的长度, 对于影响电缆敷设质量的地方必需进行针对性的处理。另外所有电缆排管进行检查。通管时, 先用玻璃钢导管器对排管进行粗通。接着用 $\Phi 127$ 、 $\Phi 140$ 铁牛对排管反进行导通检查。清除或管口接口处有高差, 电缆则不能敷设, 该段埋管需返工。

3.3. 机器具布置

本工程电缆输送机、滑车布置通道为电缆沟、电缆桥、电缆涵洞, 全线要合理均匀布置电缆输送机、滑车、滑排。另外输送机全部安装好后要送电调试, 要确保输送机是否同步运行, 且运行性能良好时, 方能进行电缆敷设。

3.3.1. 直线段每 1.5m 布置一只直线滑车, 每 3 只直线滑车后布一“V”形滑车

3.3.2. 90° 转弯处要布置回铃撑或布置 $R \geq 4.0m$ 90° 滑排; 小转弯处用“2+1”滑车。

3.3.3. 电缆输送机布置

全线要根据现场实际情况, 科学计算牵引力, 合理布置输送机, 已保证电缆敷设能顺利进行。计算牵引力时摩擦系数、输送机有效输送系数等按下列原则考虑:

A: 斜面上考虑电缆下滑力、电缆自重等原因, 计算时摩擦系数 μ 取 0.8, 输送机有效输送系数 η 取 65%;

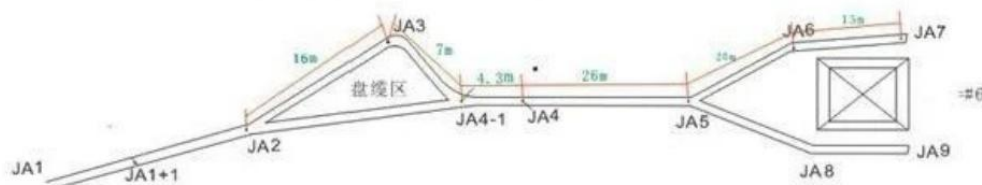
220kV 电缆敷设施工方案

B: 水平面上考虑电缆自重等因素计算时摩擦系数 μ 取 0.4、排管内摩擦系数 μ 取 0.5, 输送机有效输送系数 η 取 75%;

C: 电缆盘启动力按 20 米电缆重量考虑;

D: 全线全部采用 JSD-8 型电缆输送机。

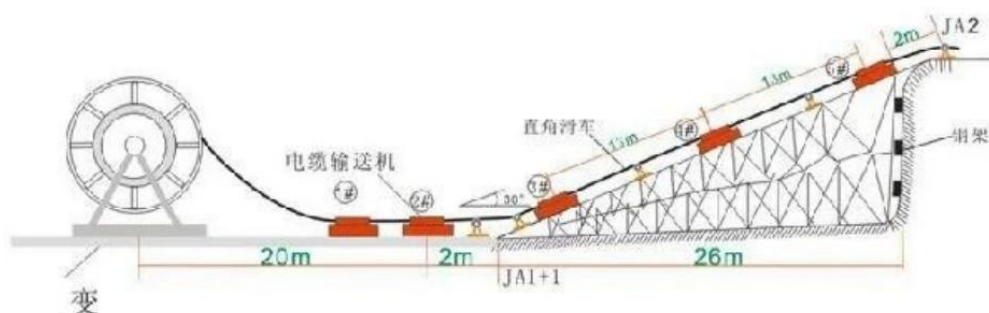
3.3.3.1. xx 变~xxx6#塔电缆敷设输送机布置



xx 变~xxx6#塔路径平面示意图

该段电缆由于从变出来需经过 63° 、约 15 米高的钢架桥上山, 为保证电缆的敷设质量, 决定电缆敷设首先通过搭设脚手架通道往 xxx6#塔方向敷设。等往山上段 6 根电缆全部敷设到位、整理固定完毕后, 拆除脚手架通道, 采用人工利用手扳葫芦 (调整时, 根据具体情况, 地面可用输送机导送电缆), 慢慢将电缆调整至钢架梁上, 且将钢架梁上半部电缆固定; 第二步, 再重新架盘, 用输送机、滑车和人力配合, 将电缆盘上电缆余线导下。并立即通过地面 11 米长的电缆沟反穿至预先布置好的输送机上, 敷设至变电所 GIS 仓位。

A: 上山段电缆敷设机具布置



注: 1. 电缆盘~2#输送机段电缆所需牵引力为:

$$T=9.8 \times L \times W + 9.8 \times L \times W \times \mu$$

$$=9.8 \times 20 \times 32.5 + 9.8 \times 32.5 \times 20 \times 0.4 = 8918 \text{ N}$$

JSD-8 型输送机在水平面上实际牵引能力为: $F_{\text{实}} = 8000 \times 75\% = 6000 \text{ N}$

在水平面上的输送距离为: $L = 8000 \times 75\% / (9.8 \times 32.5 \times 0.4) = 47 \text{ m}$

220kV 电缆敷设施工方案

计算所需输送机数量: $n=T/F_{\text{输}}=8918\text{ N}/6000\text{ N}=1.48$ 台

选 $n=2$ 台: $F=5200\text{ N}\times 2=10400\text{ N}>T$

$$L=L_{\text{输}}\times 2=94\text{ m}>20\text{ m}$$

所以布置 2 台输送机满足电缆敷设要求。

2. 斜坡通道所需的牵引力: $T=9.8\times L\times W(\mu\times \cos 30^{\circ}+\sin 30^{\circ})$

$$=9.8\times 30\times 32.5\times (0.8\times \cos 30^{\circ}+\sin 30^{\circ})=11399.2\text{ N}$$

输送机斜坡通道实际牵引能力为: JSD-8 型 $F_{\text{输}}=8000\times 65\%=5200\text{ N}$

输送机在斜坡上可输送的距离为:

$$L_{\text{输}}=8000\times 65\%/【9.8\times 32.5\times (0.8\times \cos 30^{\circ}+\sin 30^{\circ})】=13.6\text{ m}$$

计算所需输送机数量: $n=T/F_{\text{输}}=11399.2\text{ N}/5200\text{ N}=2.19$ 台

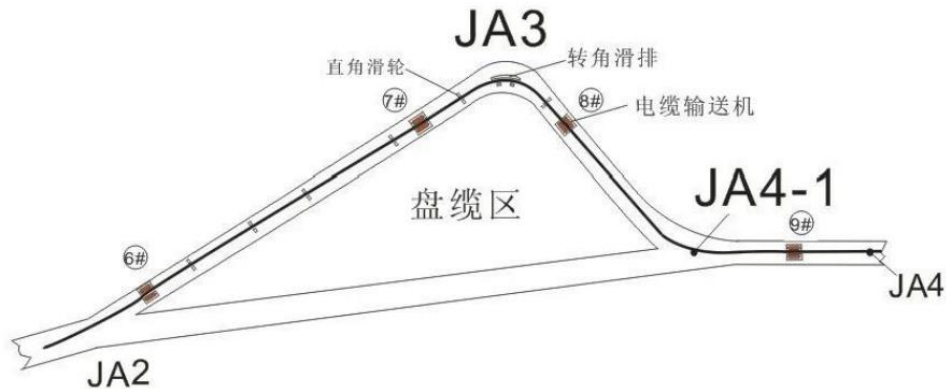
选 $n=3$ 台: $F=5200\text{ N}\times 3=15600\text{ N}>T$

$$L=L_{\text{输}}\times 3=40.8\text{ m}>30\text{ m}$$

而该段输送机在斜坡直线段均按 13m 来布置, 小于 1 台输送机实际能够输送距离 $L_{\text{输}}=13.6\text{ m}$, 故该段布置 3 台输送机满足电缆敷设要求。

3. 斜坡上下拐角在直线附近均各布置一台 JSD-8 型输送机, 这样使拐角点电缆侧压力很小, 满足电缆敷设要求。

B: JA2-JA4 段敷设机具布置



注: 1. JA2~JA3 段所需牵引力 $T=9.8\times L\times W\times \mu$

$$=9.8\times 16\times 32.5\times 0.4=2038.4\text{ N}$$

输送机在水平面上实际牵引能力为: JSD-8 型 $F_{\text{输}}=8000\times 75\%=6000\text{ N}$

输送机在水平面上的输送距离为: $L_{\text{输}}=8000\times 75\%/(9.8\times 32.5\times 0.4)$
 $=47\text{ m}$

计算所需输送机数量: $n=T/F_{\text{机}}=2038.4 \text{ N}/6000 \text{ N}=0.33 \text{ 台}$

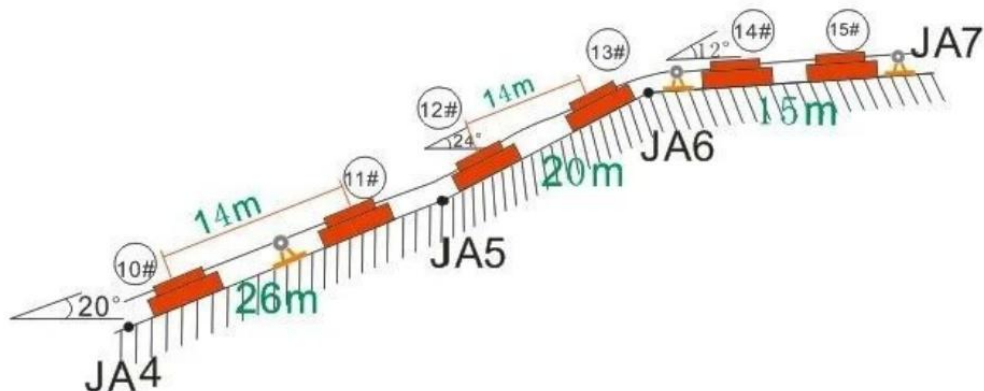
选 $n=1$ 台: $F=5200 \text{ N} \times 1=5200 \text{ N} > T$

$$L=L_{\text{机}} \times 1=47 \text{ m} > 16 \text{ m}$$

故该段布置 1 台输送机满足电缆敷设要求。

2. JA3~JA4-1 段、JA4-1~JA4 段转弯处前后都已布置了输送机, 又因该两段距离较短故所需牵引力很小, 如图所示布置机具可满足电缆敷设要求。

C: JA4~JA7 段敷设机具布置:



注: 1. JA4-JA5 段所需牵引力 $T=9.8 \times L \times W (\mu \times \cos 20^\circ + \sin 20^\circ)$

$$=9.8 \times 26 \times 32.5 \times (0.8 \times \cos 20^\circ + \sin 20^\circ) = 9057.5 \text{ N}$$

输送机在 20° 斜坡上可输送的距离为:

$$L_{\text{机}}=8000 \times 65\% / [9.8 \times 32.5 \times (0.8 \times \cos 20^\circ + \sin 20^\circ)] = 14.9 \text{ m}$$

输送机实际牵引能力: JSD-8 型 $F_{\text{机}}=8000 \times 65\%=5200 \text{ N}$

计算所需输送机数量: $n=T/F_{\text{机}}=9057.5 \text{ N}/5200 \text{ N}=1.74 \text{ 台}$

选 $n=2$ 台: $F=5200 \text{ N} \times 2=10400 \text{ N} > T$

$$L=L_{\text{机}} \times 2=29.8 \text{ m} > 26 \text{ m}$$

而输送机在斜坡直线段均按 14m 来布置, 小于 1 台输送机实际能够输送距离 $L_{\text{机}}=14.9 \text{ m}$, 所以布置 2 台输送机满足电缆敷设要求。

2. JA5~JA6 段所需牵引力 $T=9.8 \times L \times W (\mu \times \cos 24^\circ + \sin 24^\circ)$

$$=9.8 \times 20 \times 32.5 \times (0.8 \times \cos 24^\circ + \sin 24^\circ) = 7246.3 \text{ N}$$

输送机在 24° 斜坡上可输送的距离为:

$$L_{\text{机}}=8000 \times 65\% / [9.8 \times 32.5 \times (0.8 \times \cos 24^\circ + \sin 24^\circ)] \\ =14.3 \text{ m}$$

JSD-8 型输送机在 24° 斜坡上实际牵引能力为: $8000 \times 65\% = 5200 \text{ N}$

计算所需输送机数量: $n = T / F_{\text{输}} = 7246.3 \text{ N} / 5200 \text{ N} = 1.39 \text{ 台}$

选 $n = 2$ 台: $F = 5200 \text{ N} \times 2 = 10400 \text{ N} > T$

$$L = L_{\text{输}} \times 2 = 28.6 \text{ m} > 20 \text{ m}$$

而该段输送机在斜坡直线段均按 $L = 14 \text{ m}$ 来布置, 小于 1 台输送机实际能够输送距离 $L_{\text{输}} = 14.3 \text{ m}$, 故该段输送机布置满足电缆敷设要求。

3. JA6~JA7 段所需牵引力 $T = 9.8 \times L \times W (\mu \times \cos 12^\circ + \sin 12^\circ)$

$$= 9.8 \times 15 \times 32.5 \times (0.8 \times \cos 12^\circ + \sin 12^\circ) = 4719.7 \text{ N}$$

JSD-8 型输送机在 12° 斜坡上可输送的距离为:

$$L_{\text{输}} = 8000 \times 65\% / \left[9.8 \times 32.5 \times (0.8 \times \cos 12^\circ + \sin 12^\circ) \right] \\ = 16.5 \text{ m}$$

输送机 12° 斜坡上实际牵引能力为: $8000 \times 65\% = 5200 \text{ N}$

计算所需输送机数量: $n = T / F_{\text{输}} = 4719.7 \text{ N} / 5200 \text{ N} = 0.9 \text{ 台}$

选 $n = 1$ 台: $F = 5200 \text{ N} \times 1 = 5200 \text{ N} > T$

$$L = L_{\text{输}} \times 1 = 16.5 \text{ m} > 15 \text{ m}$$

考虑电缆上塔所需电缆长度, 所以该段最终布置 2 台输送机, 来满足电缆敷设要求。

4. 斜坡上下拐角在直线附近均各布置一台 JSD-8 型输送机, 这样使拐角点电缆侧压力很小, 满足电缆敷设要求。

5. 电缆上塔采用机械绞磨与输送机配合一次性上塔。

3.3.3.2. 中间接头井~变段电缆敷设输送机布置

该段电缆从中间接头井向变方向敷设, 共计两回路六根电缆。采用输送机加人工牵引, 一次性敷设至变电所 GIS 仓位。

$$T = 9.8 \times L \times W + 9.8 \times L \times W \times \mu$$
$$= 9.8 \times 20 \times 32.5 + 9.8 \times 32.5 \times 25 \times 0.4 = 9555 \text{ N}$$

在水平面上的输送距离为： $L=8000 \times 75\% / (9.8 \times 32.5 \times 0.4) = 47 \text{ m}$

计算所需输送机数量: $n=T/F_{\text{运}}=9555 \text{ N}/6000 \text{ N}=1.59$ 台

选 $n=2$ 台: $F=6000 \text{ N} \times 2=12000 \text{ N} > T$

$$L = L_{\text{eff}} \times 2 = 94 \text{ m} > 25 \text{ m}$$

所以布置 2 台输送机满足电缆敷设要求。

2. 碳素波纹管选 $\Phi 200$ 固定在脚手架上, 敷设过程中波纹管受压自然弯曲, 电缆通过时均匀受力:

$$\text{下凸弯侧压力 } P \approx (10\text{m} \times 32.5\text{kg} \times 9.8\text{N}) / 4\text{m} \approx 796.3 \text{ N/m} < P_{\text{允许侧压力}}$$

$$3. \text{ } 3^{\#} \text{ 输送机实际牵引力为: } T \approx 10\text{m} \times 32.5\text{kg} \times 9.8\text{N} \times 0.5 \times e^{0.5 \times 1.14/2} \approx 3491.4 \text{ N}$$

$$\text{下凹弯受侧压力 } P \approx T/4\text{m} \approx 3491.4 \text{ N}/4\text{m} \approx 872.9 \text{ N} < P_{\text{允许侧压力}}$$

4. 输送机在水平面上的输送距离为: $L_{\text{输}} = 8000 \times 75\% / (9.8 \times 32.5 \times 0.4) = 47 \text{ m}$, 因该段输送机在直线段均按 $L \leq 40\text{m}$ 来布置, 小于输送机实际能够输送距离 $L_{\text{输}} = 47\text{m}$, 故直线段输送机满足电缆敷设要求。

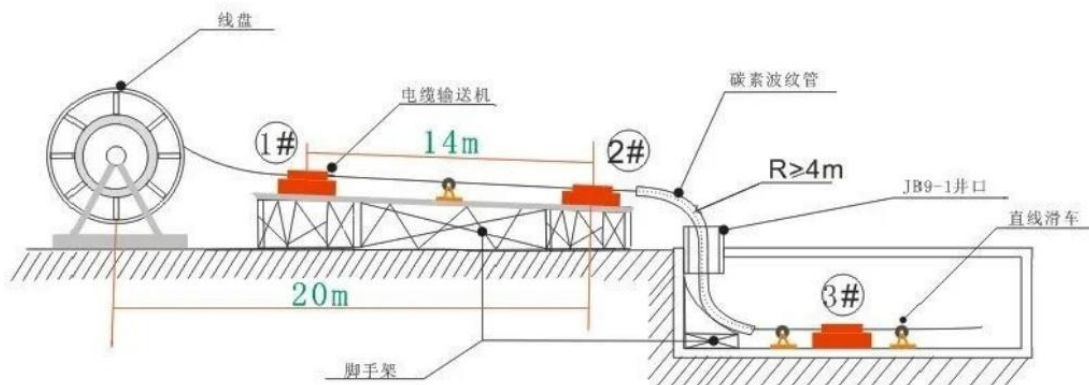
5. 水平 90° 、小拐角前后直线附近均各部置一台 JSD-8 型输送机, 这样使水平 90° 、小拐角点电缆侧压力很小, 满足电缆敷设要求。

6. 电缆进入变电所上 GIS 仓位, 在所内可酌情增加 1~2 台输送机。

3.3.3.3 中间接头井~xx (5+1) *塔电缆敷设输送机布置

该段电缆从中间接头井向 xx (5+1) * 电缆终端塔方向敷设, 共计两回路六根电缆。其中 JB11 至 JB32 排管采用输送机加机械牵引; JB32 至 (5+1) * 电缆终端塔采用输送机加人工牵引, 一次性敷设至 (5+1) * 电缆终端塔。

A: 电缆从地面至接头井井口机具布置图



注: 1. 电缆盘~2#输送机段电缆所需牵引力为

$$T = 9.8 \times L \times W + 9.8 \times L \times W \times \mu$$

$$= 9.8 \times 20 \times 32.5 + 9.8 \times 32.5 \times 20 \times 0.4 = 8918 \text{ N}$$

JSD-8 型输送机在水平面上实际牵引能力为: $F_{\text{输}} = 8000 \times 75\% = 6000 \text{ N}$

输送机在水平面上的输送距离为: $L_{\text{输}} = 8000 \times 75\% / (9.8 \times 32.5 \times 0.4) = 47 \text{ m}$

计算所需输送机数量: $n=T/F_{\text{机}}=8918\text{ N}/6000\text{ N}=1.49$ 台

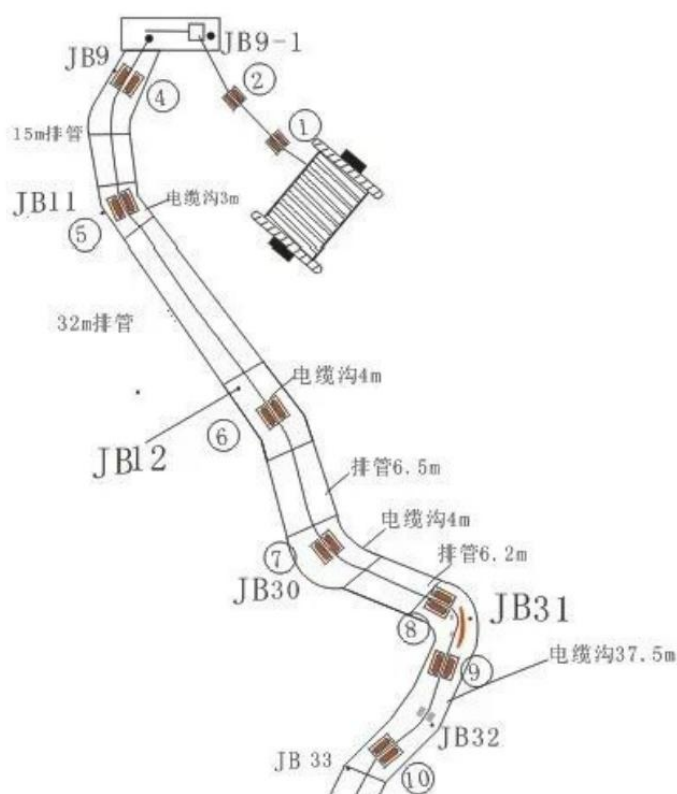
选 $n=2$ 台: $F=6000\text{ N}\times 2=12000\text{ N}>T$

$$L=L_{\text{机}}\times 2=94\text{ m}>20\text{ m}$$

所以布置 2 台输送机满足电缆敷设要求,

2. 碳素波纹管选 $\Phi 200$ 固定在脚手架上, 敷设过程中波纹管受压自然弯曲, 电缆通过时均匀受力: 下凸弯受侧压力 $P\approx (10\text{ m}\times 32.5\text{ kg}\times 9.8\text{ N})/4\text{ m}\approx 796.3\text{ N/m}$
 $<P_{\text{允许侧压力}}$
3. 3*输送机实际牵引力为: $T\approx 10\text{ m}\times 32.5\text{ kg}\times 9.8\text{ N}\times 0.5\times e^{0.5\times 3.14/2}\approx 3491.4\text{ N}$
 下凹弯受侧压力 $P\approx T/4\text{ m}\approx 3491.4\text{ N}/4\text{ m}\approx 872.9\text{ N}<P_{\text{允许侧压力}}$
4. 3*~4*输送机间电缆转弯, 因该 2 台输送机布置在转弯弧度两端直线附近, 这样使电缆侧压力很小, 满足电缆敷设要求。

B: JB9 至 JB33 电缆敷设机具布置图



注: 1. 最长排管段 32m 排管所需的牵引力

$$T=9.8\times L\times W\times \mu=9.8\times 32\times 32.5\times 0.5=5096\text{ N}$$

输送机在排管内的输送距离为: $L_{\text{机}}=8000\times 75\%/(9.8\times 32.5\times 0.5)\approx 37.6\text{ m}$

220kV 电缆敷设施工方案

输送机实际牵引能力为: JSD-8 型 $8000 \times 75\% = 6000 \text{ N}$

计算所需输送机数量: $n = T / F_{\text{机}} = 5096 \text{ N} / 6000 \text{ N} = 0.85 \text{ 台}$

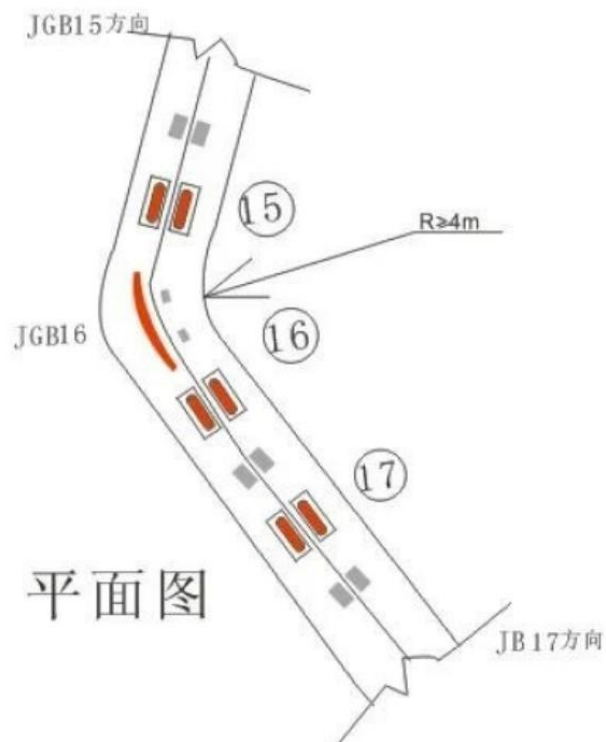
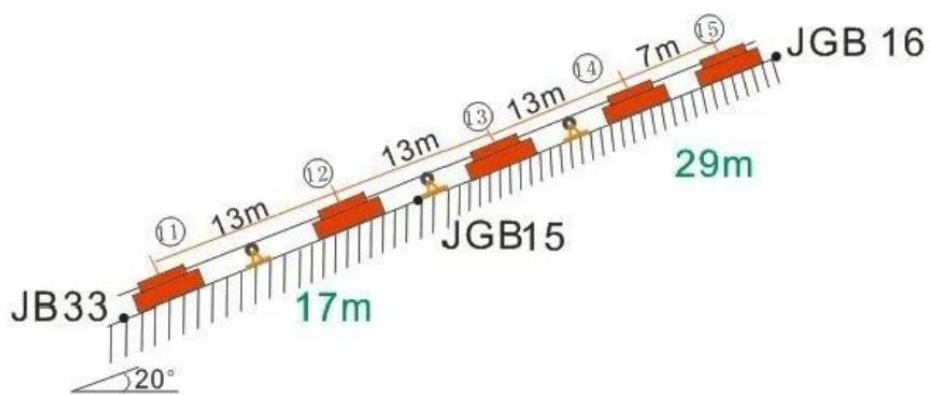
选 $n=1$ 台: $F = 6000 \text{ N} \times 1 = 6000 \text{ N} > T$

$$L = L_{\text{机}} \times 1 = 37.6 \text{ m} > 32 \text{ m}$$

故该段每个工井布置 1 台输送机满足电缆敷设要求。

2. JB31 至 JB32 段转弯处前后都已布置了输送机, 又因该两段距离较短故所需牵引力及侧压力很小, 如图所示布置机具可满足牵引力要求。

C: JB33 至 JGB16 电缆敷设机具布置图



注： 1. JB33~JGB16 段所需牵引力为

$$T=9.8 \times L \times W (\mu \times \cos 20^\circ + \sin 20^\circ)$$

$$=9.8 \times 46 \times 32.5 \times (0.8 \times \cos 20^\circ + \sin 20^\circ) = 16024 \text{ N}$$

输送机在 20° 斜坡上可输送的距离为：

$$L_{\text{输}} = 8000 \times 65\% / [9.8 \times 32.5 \times (0.8 \times \cos 20^\circ + \sin 20^\circ)] \\ = 14.9 \text{ m}$$

JSD-8 型输送机在 20° 斜坡上实际牵引能力为： $8000 \times 65\% = 5200 \text{ N}$

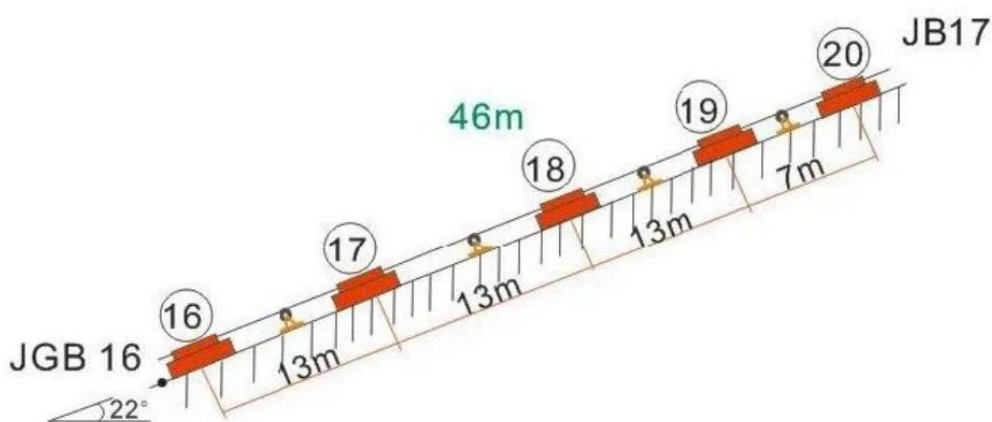
计算所需输送机数量： $n = T / F_{\text{输}} = 16024 \text{ N} / 5200 \text{ N} = 3.08 \text{ 台}$

选 $n=4$ 台： $F = 5200 \text{ N} \times 4 = 20800 \text{ N} > T$

$$L = L_{\text{输}} \times 4 = 59.6 \text{ m} > 46 \text{ m}$$

为减小斜坡转弯处、上下拐角处电缆侧压力，本段增加 1 台输送机，最终布置 5 台输送机。且该段输送机在斜坡直线段均按 $L=13\text{m}$ 来布置，小于输送机实际能够输送距离 $L_{\text{输}}=14.9\text{m}$ ，故该段输送机布置满足电缆敷设要求。

D: JGB16 至 JB17 电缆敷设机具布置图



注： 1. JGB16~JB17 段所需牵引力

$$T=9.8 \times L \times W (\mu \times \cos 22^\circ + \sin 22^\circ)$$

$$=9.8 \times 46 \times 32.5 \times (0.8 \times \cos 22^\circ + \sin 22^\circ) = 16355 \text{ N}$$

输送机在 22° 斜坡上可输送的距离为：

$$L_{\text{输}} = 8000 \times 65\% / [9.8 \times 32.5 \times (0.8 \times \cos 22^\circ + \sin 22^\circ)] \\ = 14.6 \text{ m}$$

JSD-8 型输送机在 22° 斜坡上实际牵引能力为： $8000 \times 65\% = 5200 \text{ N}$

220kV 电缆敷设施工方案

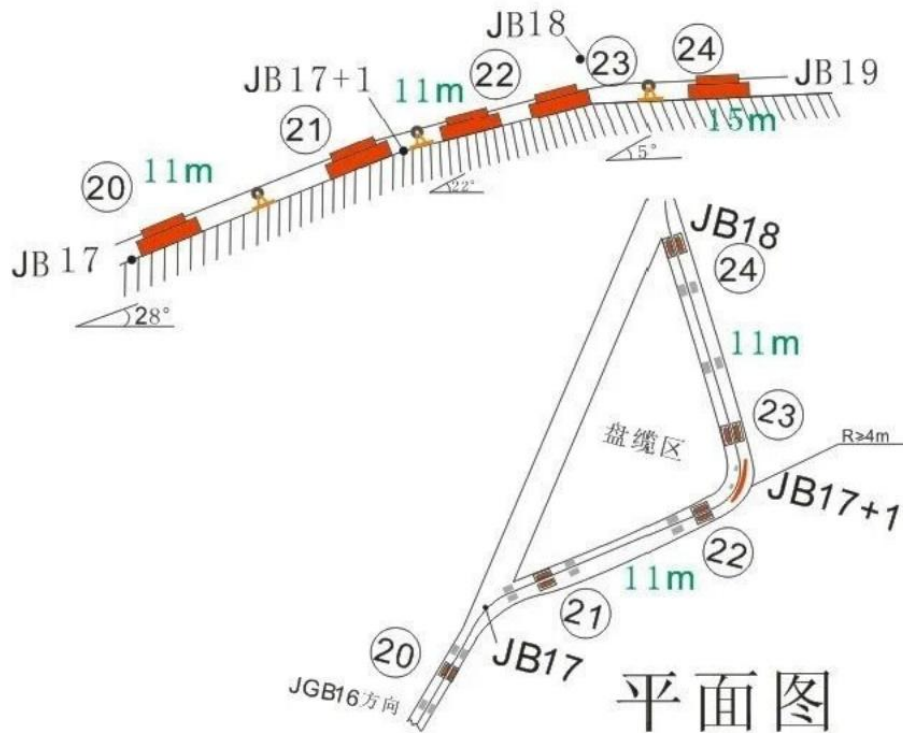
计算所需输送机数量: $n=T/F_{\text{输}}=16355\text{ N}/5200\text{ N}=3.15$ 台

选 $n=4$ 台: $F=5200\text{ N}\times 4=20800\text{ N}>T$

$$L=L_{\text{输}}\times 4=58.4\text{ m}>46\text{ m}$$

为减小斜坡转弯处、上下拐角处电缆侧压力, 本段增加 1 台输送机, 最终布置 5 台输送机。且该段输送机在斜坡直线段均按 $L=13\text{ m}$ 来布置, 小于输送机实际能够输送距离 $L_{\text{输}}=14.6\text{ m}$, 故该段输送机布置满足电缆敷设要求。

E: JB17 至 JB19 电缆敷设机具布置图



注: 1. JB17~JB17+1 段所需牵引力为

$$T=9.8\times L\times W(\mu\times\cos 28^{\circ}+\sin 28^{\circ})$$

$$=9.8\times 11\times 32.5\times (0.8\times\cos 28^{\circ}+\sin 28^{\circ})=4378\text{ N}$$

JSD-8 型输送机在 28° 斜坡上可输送的距离为

$$L_{\text{输}}=8000\times 65\%/【9.8\times 32.5\times (0.8\times\cos 28^{\circ}+\sin 28^{\circ})】=13\text{ m}$$

在 28° 斜坡上实际牵引能力为: $8000\times 65\%=5200\text{ N}$

计算所需输送机数量: $n=T/F_{\text{输}}=4378\text{ N}/5200\text{ N}=0.84$ 台

选 $n=1$ 台: $F=5200\text{ N}\times 1=5200\text{ N}>T$

$$L=L_{\text{输}}\times 1=13\text{ m}>11\text{ m}$$

为减小斜坡转弯处电缆侧压力，本段增加 1 台 21 号输送机，最终布置 2 台输送机。来满足该段电缆敷设要求。

2. JB17+1~JB18 段所需牵引力

$$\begin{aligned} T &= 9.8 \times L \times W (\mu \times \cos 22^\circ + \sin 22^\circ) \\ &= 9.8 \times 11 \times 32.5 \times (0.8 \times \cos 22^\circ + \sin 22^\circ) = 3910.9 \text{ N} \end{aligned}$$

JSD-8 型输送机在 22° 斜坡上可输送的距离为：

$$L_{\text{机}} = 8000 \times 65\% / [9.8 \times 32.5 \times (0.8 \times \cos 22^\circ + \sin 22^\circ)] = 14.6 \text{ m}$$

在 22° 斜坡上实际牵引能力为：8000 × 65% = 5200 N

计算所需输送机数量：n = T / F_输 = 3910.9 N / 5200 N = 0.75 台

选 n = 1 台：F = 5200 N × 1 = 5200 N > T

$$L = L_{\text{机}} \times 1 = 14.6 \text{ m} > 11 \text{ m}$$

故该段布置 1 台输送机满足电缆敷设要求。

3. JB18~JB19 段所需牵引力

$$\begin{aligned} T &= 9.8 \times L \times W (\mu \times \cos 5^\circ + \sin 5^\circ) \\ &= 9.8 \times 15 \times 32.5 \times (0.8 \times \cos 5^\circ + \sin 5^\circ) = 4223.8 \text{ N} \end{aligned}$$

JSD-8 型输送机在 5° 斜坡上可输送的距离为：

$$L_{\text{机}} = 8000 \times 65\% / [9.8 \times 32.5 \times (0.8 \times \cos 5^\circ + \sin 5^\circ)] = 18 \text{ m}$$

在 5° 斜坡上实际牵引能力为：8000 × 65% = 5200 N

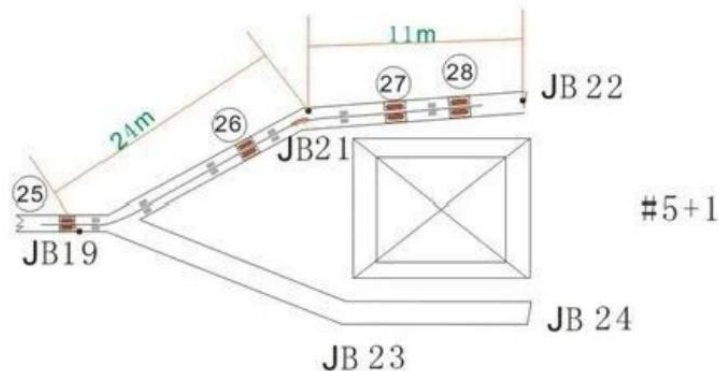
计算所需输送机数量：n = T / F_机 = 4223.8 N / 5200 N = 0.81 台

选 n = 1 台：F = 5200 N × 1 = 5200 N > T

$$L = L_{\text{机}} \times 1 = 18 \text{ m} > 15 \text{ m}$$

故该段布置 1 台输送机满足电缆敷设要求。

F: JB19 至 JB122 (JB24) 电缆敷设机具布置图



注：1. 为减小小角度转弯处电缆侧压力及考虑电缆上塔所需电缆长度，所以该段最终布置 4 台输送机；且输送机在直线段布置时均按 $L < 40\text{m}$ 来布置，小于输送机实际能够输送距离 $L_{\text{输}} = 8000 \times 75\% / (9.8 \times 32.5 \times 0.4) = 47\text{m}$ ，故直线段输送机满足电缆敷设要求。

2. 电缆上塔采用机械绞磨与输送机配合一次性上塔。

3.4. 电缆盘、开箱检查

布置、架设电缆盘时要牢固，电缆盘启动时，需用人力推动。

电缆盘开箱时需要会同供货方，建设单位人员一起开箱。拆板时先进行电缆外观检查再做外护套绝缘测试。测试使用 10000kV 摇表进行。外观检查或试验中发现有损伤或其他问题时要及时向建设单位和供货商反映，待问题解决后方可敷设。

3.5. 电缆的敷设

3.5.1. 展放电缆时人员组合安排

现场负责兼指挥	X 人
技术员	X 人
线盘处	技工 X 人 普工 X 人
各输送机处	普工 X 人/处
转角滑排	普工 X 人/处
转向滑车	普工 X 人/处
电缆引导	技工 X 人 普工 X 人
电源总控	技工 X 人
电缆沟滑车巡视	技工 X 人 普工 XX 人

3.5.2. 指挥、线盘处、各转角、输送机及输送机电源总控处都需配备一台对讲机，（整条线路设置大功率电台，以保证对讲机通讯畅通）以便随时联络。

3.5.3. 将电缆用人工牵引至第一台输送机处，让其自然落垂，电缆进入沟口需套上波纹塑料管（有效地防止电缆外护套在敷设时被擦伤），用校直仪将电缆头校直，然后将电缆夹在输送机履带中心处，开启输送机进行输送。输送时，电缆头前方要用导引绳加人力导引（机械牵引时加旋转连接器）。

3.5.4. 展放过程中，各处工作人员应严密监视电缆敷设情况，一有问题应立即停机，并报告指挥、技术人员，待问题处理后，才继续展放。

3.5.5. 每台输送机间需派专人随时调整滑轮的位置，防止滑轮移动与翻转。

3.5.6. 电缆敷设完毕，应组织人力进行整理、固定。应用特制的夹具将电缆妥善固定

220kV 电缆敷设施工方案

是一项重要工作，应当由有经验的人员进行。所有夹具的松紧程度应基本一致，夹具两边的螺丝应交替紧固，不能过紧或过松，应用力矩扳手紧固为宜。

4. 施工质量要求

- 4.1. 敷设电缆前，杂物内杂物要清理干净，固定支架尖锐物要磨平。
- 4.2. 各输送机安装固定要牢靠，并与电缆前进路线在同一中心线上。要求每台机对电缆夹力都要相同且夹紧力不得大于 300kgf（可通过检查输送机上开口距离调节或力矩扳手控制）。
- 4.3. 电缆敷设时，电缆的最小弯曲半径不得小于 4m。
- 4.4. 敷设好的电缆外护套不能有损伤，表面应光滑无磨损。
- 4.5. 终端头处、拐弯处、直线每 100m 处电缆上应挂标志牌，标志牌要正确、清晰。电缆固定要牢靠，排列要整齐一致、正确。
- 4.6. 安装好的电缆相位要正确，接地要良好。
- 4.7. 关键与特殊质量控制措施

关键控制点	控制措施
220kV 电缆敷设转弯半径的控制	① 220kV 采用回铃撑搭设转弯滑排或用特制的滑排，搭设时需牢靠稳固，转弯半径 $R \geq 20D$ (D 为电缆直径)。 ② 控制好电缆牵引力 F，使得滑动侧压力 $(P=F/R) \leq 3KN$。
220kV 电缆敷设外护套的控制	① 电缆吊卸时，保证电缆无碰伤。 ② 电缆开箱时进行电缆外护套测试，检验其绝缘良好后方可进行电缆敷设。 ③ 电缆隧道敷设电缆前应清除电缆展放通道的杂物、金属硬物，展放、时应防止重物砸伤电缆，上架时避免电缆外护套损伤。 ④ 电缆敷设后，应进行电缆外护套测试。

5. 安全措施及要求

- 5.1. 参加施工人员认真学习措施，树立高度责任心，明确工作的安全要求。
- 5.2. 所有施工人员必须戴好安全帽。电缆盘吊卸时要特别注意安全。展放时，电缆盘应用专用工具架起，架设必须稳固可靠。一般离地面 100mm 为宜。
- 5.3. 所有特殊工种人员必须持证上岗。
- 5.4. 施工现场应该设置路障、拦绳。收工时总电源要切断，夜间不能回收的工器具要派专人看护。
- 5.6. 工地专职安全员负责监督施工现场的安全工作。
- 5.7. 城区施工时，施工人员穿越公路时要注意交通安全。

220kV 电缆敷设施工方案

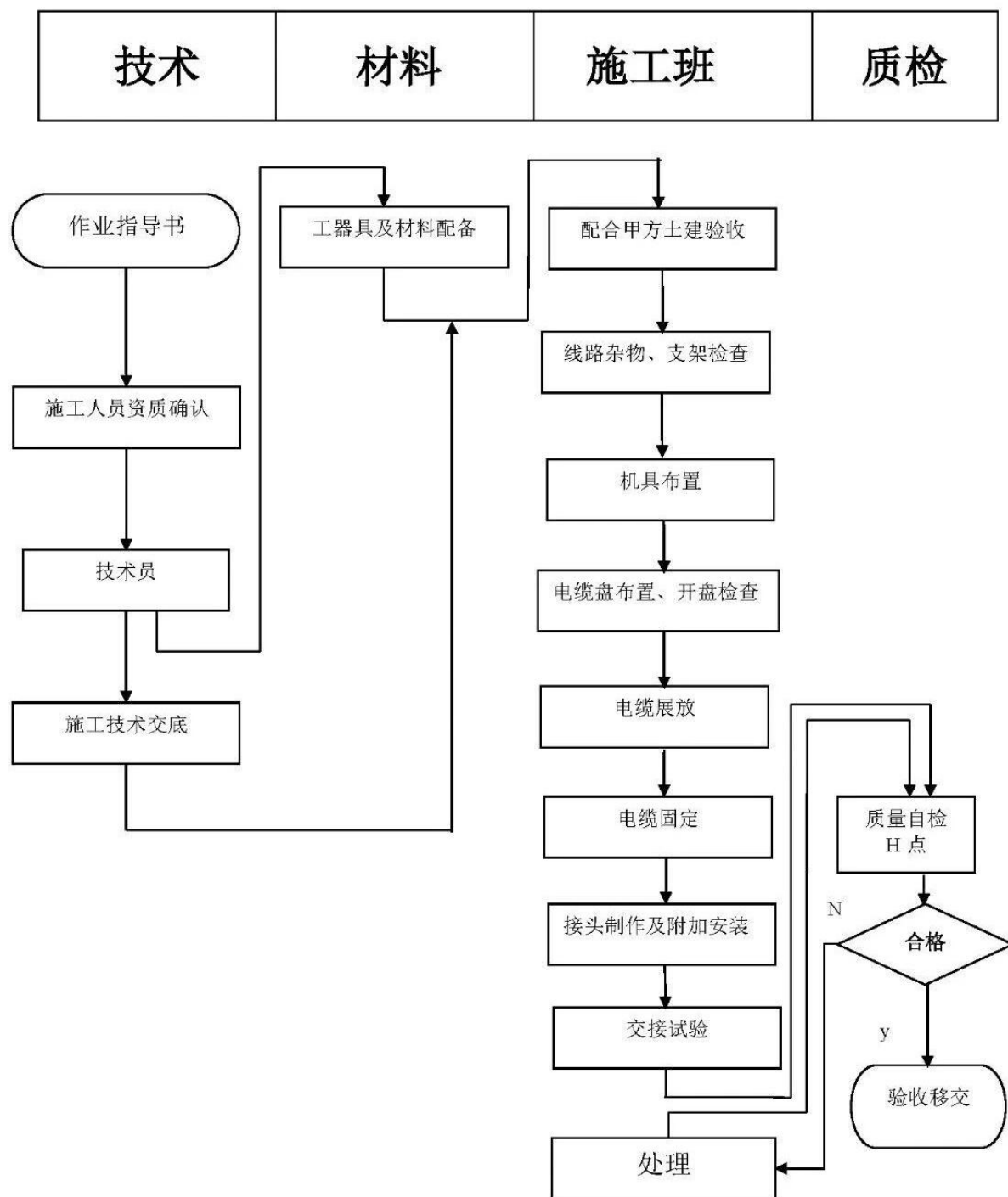
5.8. 所有山上施工段必须搭设专用施工通道，以满足施工安全要求。（详见通道搭设方案）。

5.9. 施工区域严禁吸烟。

5.10. 关键和特殊施工安全控制措施

关键和特殊施工	控制措施
电缆运输吊装	电缆盘运输时采取防止电缆盘滚动措施，绑扎要牢固。卸盘时严禁从车上接滚下。 根据电缆的重量（Gmax）、电缆盘就位位置选择吊车。
电缆盘架设	电缆放线架千斤顶严禁超载使用，不得带负荷突然下降。
输送机的使用	① 输送机操作人员在上岗前，必须经过培训，考核合格后方可上岗工作。 ② 在缆沟、工井、隧道等地施工时，必须将水抽干，必要时用物件在输送机下方加以衬垫，以免输送机电机浸水、受潮。 ③ 在山上、工井、隧道等地施工时，必须将输送机固定牢靠。 ④ 启动前，应检查输送机各传动部件是否良好；每台输送机配套的分控箱与本体输送机以及总控箱、其它分控箱之间电源线接线是否正确。 ⑤ 输送机在运转过程中，严禁将异物（手、脚或其它物件）碰触运转部件，以免轧进输送机，造成人员及机器伤害等。 ⑥ 采用输送机敷设电缆，当局部工序或整体敷设工作结束，需调整输送机位置，或移出、搬离原来工作场地，之前必须切断电源拔去电源插头，避免搬移过程中发生触电事故。
隧道内施工	① 要用专用设备检测隧道内有毒气体。 ② 施工要通风。 ③ 隧道上要有专人监护。

附录一、作业流程图：



附录二、主要机械工具一览表：

序号	名 称	数 量	规 格	备 注
1	工程车	2 辆		
2	电缆输送机	28 台	JSD—8 型	配电源箱
3	电源线盘	若干	380V/220V	
4	放线架	1 付		配放线杆
5	油压千斤顶	2 只	20t	
6	直线滑车	200 只		
7	“V” 型滑车	50 只		
8	电缆校直仪	1 台		
9	2+1 滑车	20 只		
10	钢丝绳	200m	Φ 11	
11	电焊机	2 台		
12	冲击钻	2 把	Φ 22	
13	钢丝绳套	若干	Φ 11/Φ 32	
14	手扳葫芦	10 只	0. 75t	
15	对讲机	30 台		
16	电动摇表	1 只	10000V	
17	道木	若干		
18	尼龙吊带	10 根		
19	滑排	10 副		
20	回铃撑	50 副		