

目录

一、工程概况	1
二、变压器设备参数	1
三、编制依据	1
四、施工作业计划	1
五、主要施工机具、人力资源配置	2
5.1 主要施工机具、检测设备、材料选择及配置	2
5.2 人力资源配置	2
六、吊装就位施工	3
6.1 吊装工艺流程	3
6.2 吊车选型	3
6.3 吊装前准备	3
6.4 吊装就位作业	4
吊装作业平面示意图	4
变压器顶升示意图	7
顶升位置示意图	错误!未定义书签。
楼面顶升位置示意图	8
七、汽车式起重机受力计算	8
7.1 吊车位地基承载力计算:	8
7.2 吊车的吊装载荷计算:	8
八、YT-100 液压顶推装置使用办法	13
十、施工安全质量管理措施	13
十一、施工安全技术措施	13
十二、危险点分析、预控措施及应急预案	14
11.1 危险点分析与预控措施	14

11.2 应急预案	14
十三. 文明施工措施	18
十四、环境保护和绿色施工措施	18
附表一：三一重工 220 吨汽车吊工况	19
附表二：220 吨参数表	21
附表三：钢丝绳安全系数取值对照表	22
附表四：吊装作业危险源辨识及预控措施	24
附表五：环境因素分析及预控措	30
附表六：吊装作业平面布置图	31

一、工程概况

1. 工程概况：本工程为 XXX110kV 输变电工程（变电站及 π 接入 XXX 线路和光缆部分），其变电站内有三台 110kV，6.3 万 KVA 主变主体，主体重量为 48.2 吨，从运输车辆上吊起转向至主控楼的专用主变吊装孔位后落下至变压器室侧通道上，然后用人工将主变本体通过左右通道把主变平行推移至各变压器室的基础上按要求安装就位。

2. 主要参建单位：

建设单位：

设计单位：

监理单位：

施工单位：

运行单位：

二、变压器设备参数

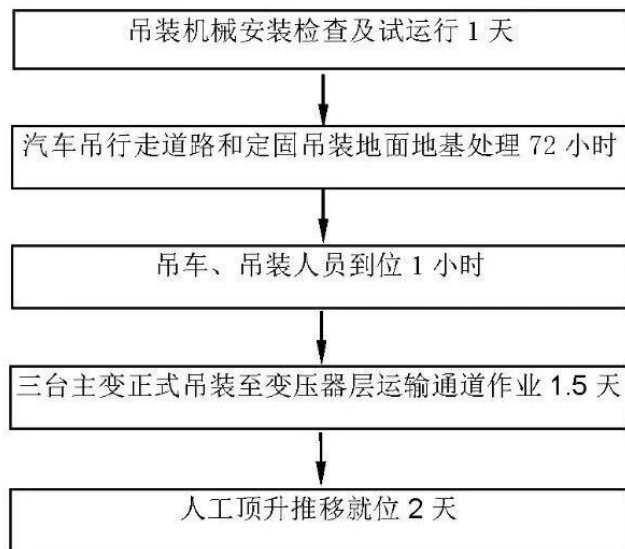
1. 设备型号名称：110KV 6.3 万 KVA 变压器
2. 设备重量：48.2 吨（单台）
3. 几何尺寸：6.6m*2.4m*3.3m
4. 预留吊装孔，孔口尺寸 8.3m×6.4m
4. 数量：3 台

三、编制依据

- 3.1 《电力公司电力建设起重机械安全监督管理办法》
- 3.2 《电力建设安全工作规程（电网建设部分）》
- 3.3 《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150-2016
- 3.4 《变电站工程主要电气设备安装质量工艺关键环节管控记录卡》
- 3.5 《电气装置安装工程质量检验及评定规程》DL/T 5161.1-5161.17
- 3.6 220 吨汽车式起重机性能参数表
- 3.7 本公司安全管理相关文件
- 3.8xxxxxx

四、施工作业计划

- 4.1 220T 汽车吊主变吊装安装作业计划安排



五、主要施工机具、人力资源配置

5.1 主要施工机具、检测设备、材料选择及配置

序号	名 称	规 格	单位	数量	备注
1	汽车吊	SAC220DC	台		三一重工
2	钢丝绳	$\Phi 52-6 \times 37+1$	副		
3	高压油泵站	BZ70-2.5	台		
4	液压千斤顶	QF100-20	台		
5	推移机	TYJ16-60	台		
6	重轨		根		每根长 7500mm
7	垫铁	400mm $\times$ 400mm	块		根据需要配置
8	垫木		若干		根据需要配置
9	水平管		套		
10	交、直流电焊机		台		
11	桥式钢梁		块		
12	榔 头	10 磅、5 磅	只		
13	撬 棍	$\Phi 32 \times 1.2\text{m} / \Phi 25 \times 0.7\text{m}$	根		
14	常用工具		套		

5.2 人力资源配置

序号	职务	人数	备注
1	项目经理		
2	项目总工		
3	技术员		
4	安全员		
5	质量员		
6	吊车指挥员		
7	吊装操作人员		
8	信号工		
9	协助人员		

六、吊装就位施工

6.1 吊装工艺流程

吊车行走路线及站车位置地面处理→吊前准备→吊装→就位安装层→平移→安装就位

6.2 吊车选型

6.2.1 吊车选型

根据主变吨位、外形尺寸和现场实际情况，本方案选用1台220吨汽车式起重机进行吊装作业，吊装半径为12m，额定起重量为102吨，符合要求。吊车工况详附表一、二

6.3 吊装前准备

6.3.1 现场#1至#3主变基础外墙因土建专业现场砌筑完成，预留孔洞尺寸偏小，变压器无法进入，需要拆掉原墙体，待变压器进入后再行封闭，以确保变压器平移进入预定主变基础有足够大的操作空间。

6.3.2 本站为地下变电站，采用大开挖方式形成基坑后再行建设变电站，因此变电站墙体与基坑壁之间存在缝隙。虽然空港新城按要求回填后，但考虑到单台主变重量，吊装时所采用汽车吊为220T，吊车支撑腿处荷载极大，结合现场实际，为防止吊车侧翻。需对吊车作业位置进行硬化等加强地基承载力处理。对吊车的作业位置进行地面处理，并采用机械和人工进行夯实，进行第一次碾压后，用C30（厚250mm）进行垫层处理，干燥后再铺平碎石（厚250mm），再次进行碾压处理。

6.3.3 对吊装作业场地及吊车活动区域进行实际勘察，清除工地大门至施工吊装场地的各种障碍物，确保220吨吊车及运输车辆能顺利进入作业现场。吊车行径位置及作业位置设置警示标识及拉警戒线。

6.3.4 作业前必须对参与本次吊装作业人员进行安全技术交底（必要时应进行培训），应使每位作业人员清楚明白自己的工作任务，特殊作业人员必须持证上岗。

6.3.5 吊车进入指定的位置做好吊前准备后，应根据吊装实际情况进行空负荷回转操作，以验证吊车与周围建筑物有影响吊装作业的障碍物。

6.3.6 做好钢丝绳、吊具、对讲机、倒链、卡环等机具材料准备完毕，并确保正常投入使用。

6.3.7 在吊装前必须熟悉设计院的安装图，注意设备的进场方向。

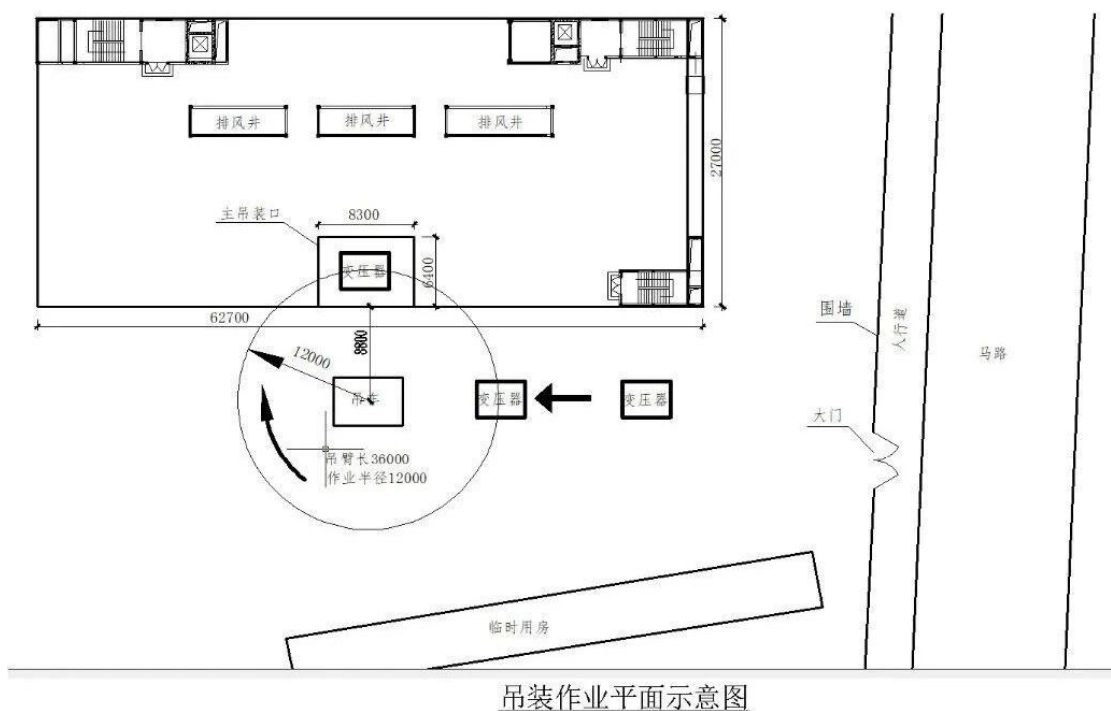
6.3.8 在负2楼基底楼层（即变压器安装层）要有足够光源，确保变压器平移时能顺利通行。

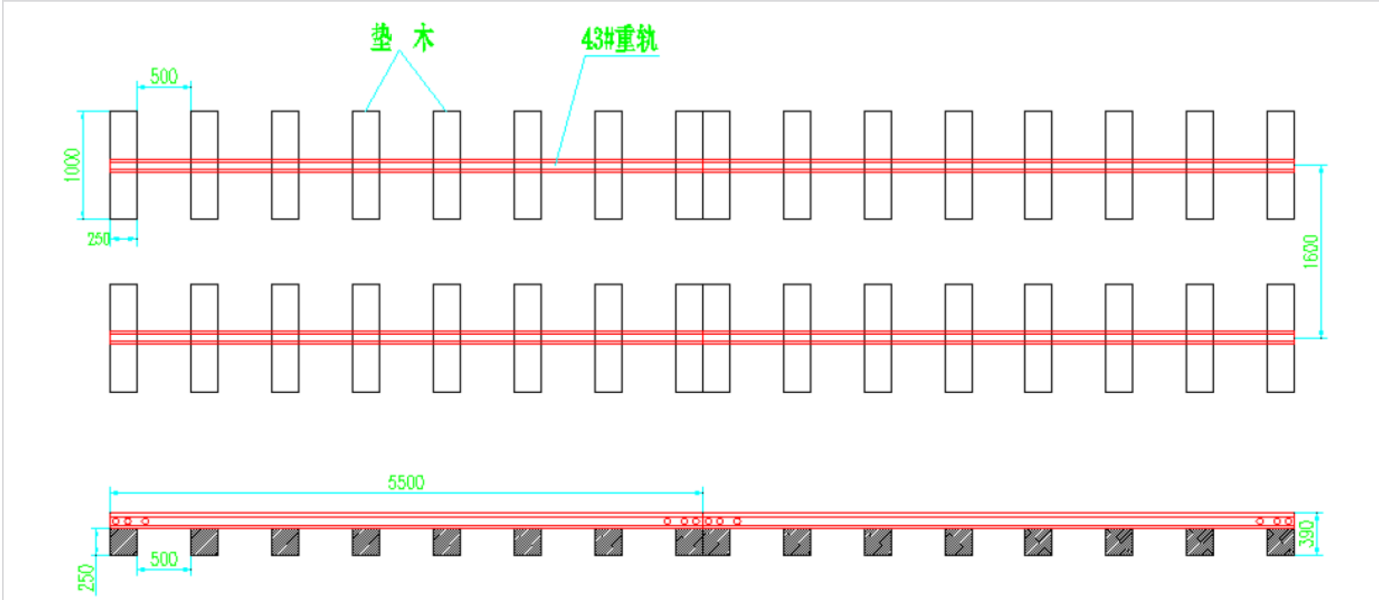
6.3.9 对变压器主机包装进行清理，找出钢丝绳吊装位置。确定好吊点后方能吊装。

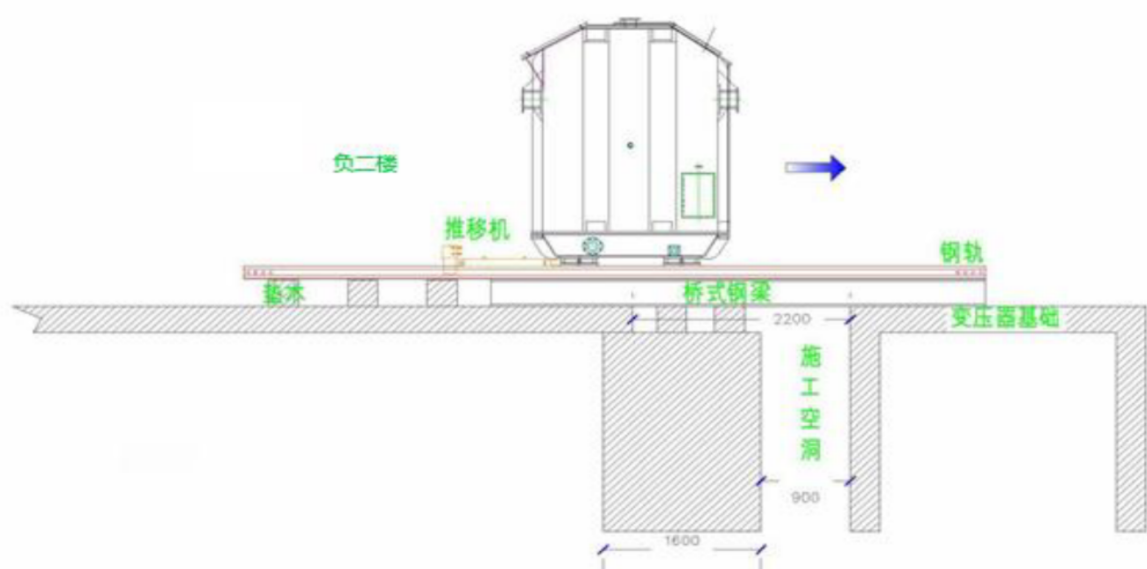
6.3.10 对变压器外观及重要部位进行现场检查，变压器气压值检查，冲撞记录仪交接，在确认无异常情况后方能进行吊装卸车作业。在吊前应对变压器高、低压侧进行确定，以保障作业的准确性。

6.4 吊装就位作业

吊车就位在距变压器室半径 12 米处的空旷地面上，运输变压器货车开在吊车后侧面就位。将变压器从平板车上吊起转向至预留孔落下至安装基础层，再将变压器推移至基础位置进行就位。







楼面顶升位置示意图

七、汽车式起重机受力计算

7.1 吊车位地基承载力计算：

220 吨汽车式起重机自重 62.00 吨，配重 53.5 吨，所吊物件重为 48.3 吨，总重量为 163.8 吨。吊车对地面的净地耐力为 163.8 吨。全部分部在四个支腿上，汽车式起重机的四个垂直支腿下各垫一个 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 的钢制垫箱，四个垫箱与地面的接触面积总和为 $4 \times 2\text{m} \times 2\text{m} = 16\text{m}^2$ ，地面单位面积承受地耐力为 $163.8\text{t} \div 16\text{m}^2 = 10.2\text{t}/\text{m}^2$ 。由于汽车式起重机吊装时受力方向发生改变，当吊车转到后支腿的后侧方 45° 角时，由一个支腿承受所吊物件的重量故对地耐力的要求发生变化，此时地耐力要求应不小于 $163.8\text{t} \div 16\text{m}^2 + 40 \div 4 = 20.2\text{t}/\text{m}^2$ 。吊车就位位置地处原建筑物外的山坡上，此地段为坚硬岩石坡经机械凿打面成，故地基承载力满足要求。

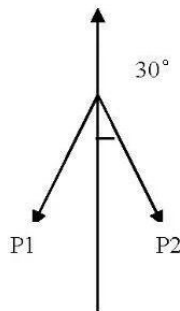
7.2 吊车的吊装载荷计算：

$$P = (Q + q) \cdot K = (49 + 1) \cdot 1.1 = 56.1 \text{ 吨}$$

P：吊车动载吊装时吊装载荷；Q：变压器重量 q：吊钩、吊具、索具重量 K：动载的系数取 1.1

查表：220 汽车式起重机 12m 作业半径，臂长 36.00m 工况时，起重量为 58 吨，能满足动载时 48.2 吨的吊装要求。

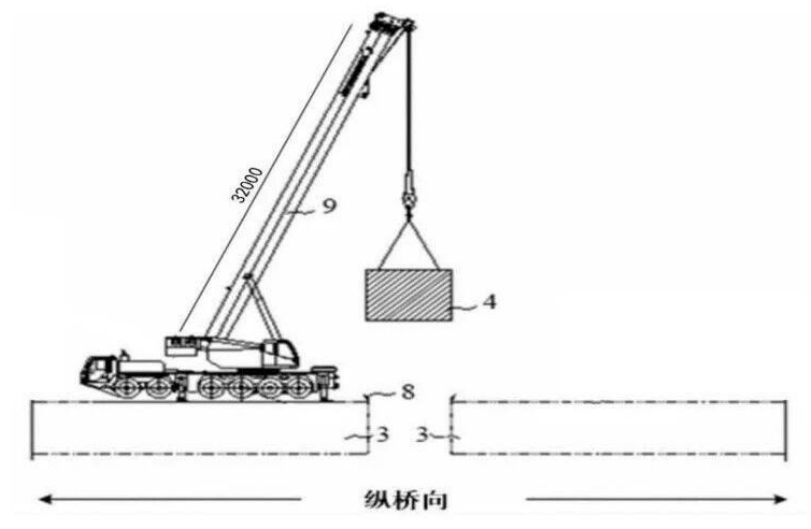
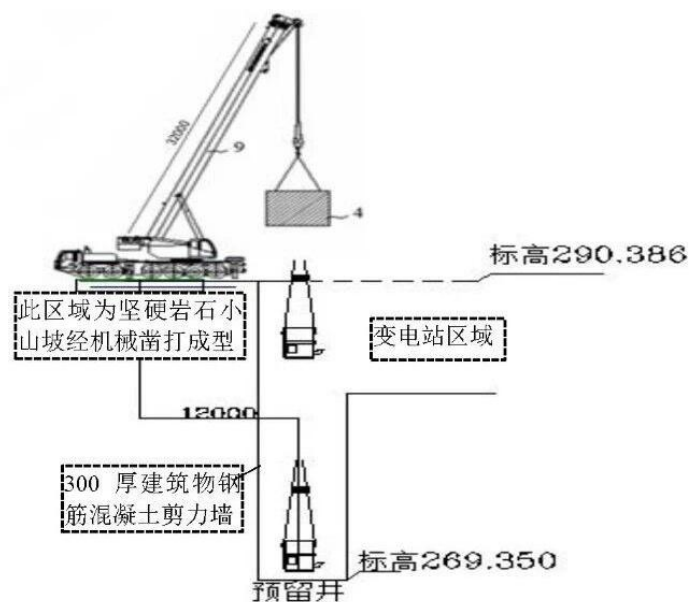
钢丝绳的受力计算：以吊钩为对象计算钢丝绳受力，其平衡力系如图一。



图一

作用在桥板上的钢丝绳支数 $n=4$ 支，故单根钢丝绳的受力为 12.05 吨，取整数单根钢丝绳的破断拉力应不小于 13 吨。经查表（附表三）安全系数取 $K=10$ 可满足重要机械、设备器材的吊装要求，即单根钢丝绳的破断拉力 ≥ 130 吨即可满足要求

查附表四：钢丝绳 $\phi 52$ —— $6 \times 37+1$ 其破断拉力 $S_p=170.5$ 吨，能满足吊装要求。



吊车站位及吊装立面示意图

7.3 变压器推移计算

①推移机

本次平移是采用的液压推移法，推移机的推移力均按水平推移力计。

$$P_{推}=9.8K \mu G$$

$P_{推}$ ——水平最大推移力

K ——启动系数，一般取1.5

μ ——滑靴与钢轨间的滑动摩擦系数，加黄油后为0.1

G——货物总重量，变压器重48.2吨

则 $P_{推}=9.8 \times 1.5 \times 0.1 \times 48.2=70.854\text{kN}$

从以上计算结果可以看出，进行推移作业时所需推移力为70.854kN，若采用TYJ16-60型推移机，每台可提供160kN的水平推力，采用2台TYJ16-60型推移机推移力为 $160 \times 2=320\text{kN}$ 。故配置两台TYJ16-60型推移机满足本次平移作业要求。

②钢轨

本次平移作业的推移钢轨采用43kgU72Mn重轨，化学成分和力学性能均应符合GB2585的规定，具有产品合格证书及生产炉号。

钢轨数量： $N=GI/4WU$

N——需铺设的钢轨数

G——货物总重量 $G=48.2\text{t}=48.2 \times 1000 \times 9.8\text{N}=4.72 \times 10^5\text{N}$

I——钢轨下铺设的支撑点距离，约0.2m

W——钢轨的断面系数，43kg钢轨取 $2.17 \times 10^{-4}\text{m}^3$

U——钢轨的允许用应力 $U=1.6 \times 10^8\text{N/m}^2$

得： $N=4.72 \times 10^5 \times 0.2 / (4 \times 2.17 \times 10^{-4} \times 1.6 \times 10^8) = 1.13\text{根}$

本次变压器推移作业实际选用43kg/m重轨4根，符合钢轨的承重要求。

③千斤顶

在进行变压器的顶升时，采用的是逐端顶升，虽然采用4个QF100T-60千斤顶能满足起升力，但由于千斤顶底面积较小，为了减小千斤顶底部对楼面的压强，故采用4个QF100T-60千斤顶进行顶升（每端2个），并在千斤顶底部铺设垫木扩大受力面积。

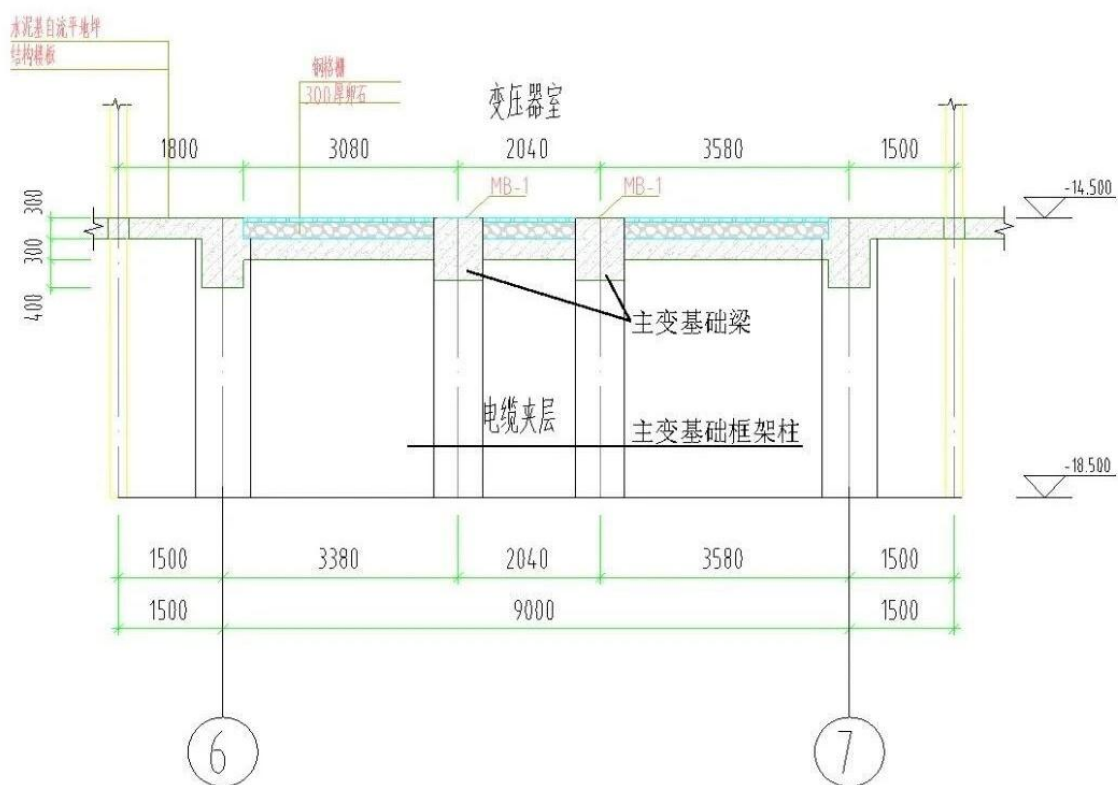
④桥式钢梁

本次平移施工是在架空层楼面上，设计有考虑变压器运输，故在运输路径沿线设有框架梁和柱，能满足施工要求（如下图示）。在楼面至基础位有一个 $3.6 \times 1\text{m}$ 空洞，在跨越次空洞时采用4片20b型工字钢并排焊接的钢梁两块搭建临时过桥。

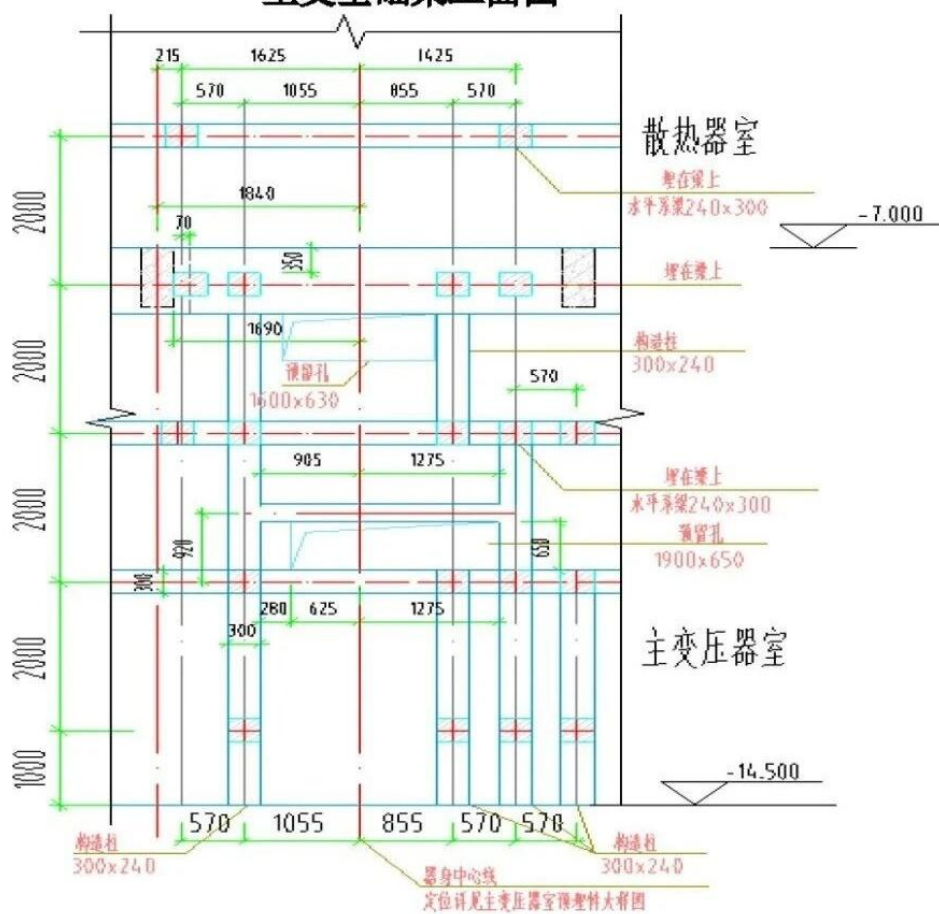
工字钢强度计算公式： $\sigma = M/W$ 20b 工字钢 Q235 材质许用应力 205N/mm^2 20b 工字钢截面模量 $W=250\text{cm}^3$ 集中载荷弯矩公式： $M=PL/4$

$\sigma = M/W$ 即： $205 = PL / 4 \times 250000$ $P = 4 \times 250000 \times 205 / 1000 = 205000\text{N} = 20.5\text{t}$

经计算，20b型工字钢在跨距为1m的工况下单片集中载荷为20.5t，本次采用的钢梁位4片组合，故满足作业安全要求。



主变基础梁立面图



八、YT-100 液压顶推装置使用办法

将设备安放在设置了顶推托的两根钢轨上（设计使用的钢轨为 43KG / M 重轨），两轨要求水平并调整其平行。其间距应使设备保持稳定，并对称的放置为宜，两根钢轨后端留出 1.2 米的位置，以便安装液压顶推装置，钢轨顶面上涂上适量润滑剂以减少摩擦阻力。

为防止可能产生的因两端推进油缸的推进速度不一致而造成设备在钢轨上不平行移动，发生偏斜，必须派专人加强监护，一旦发生上述情况，立即切断推进快的一端推顶装置的液压源，使之暂停，让另一只继续推进，直至平行，再使两只推进油缸同时工作。

每套液压顶推装置各由一台液压泵供油，要求液压泵的额定压力为 40MPa，流量以 3 升 / 分为宜。

产品出厂时，液压顶推装置中的单向顺序阀的调定压力为 1.6MPa，溢流阀的调定压力为 40MPa。

操纵换向阀，使液压油通向夹紧油缸和推进油缸的进油腔，使两液压推进油缸同步，推动设备前移。

当推进油缸活塞杆工作行程满 500 毫米时，操纵换向阀使压力油通向夹紧油缸的回油腔，使夹紧爪松开，推进油缸回复带动夹紧缸向设备靠拢，直至推进油缸活塞杆回缩到原位。

重复上述步骤，使设备不断向前移动，直至到位。

每次使用完毕，必须使油缸活塞杆回缩到位，并保护好活塞杆外露部分；各油管接头分离后，必须将管口包好，以保持各管口和液压油的洁净。

九、施工安全质量管理措施

特殊作业人员应持有特种作业操作证。

统一指挥、在整个吊装过程中，所有工作人员必须严格执行指挥人员发出的每一个指令。

参加该项目的全体工程技术人员，技术工人等必须认真学习生产法规，熟悉工作的安全技术操作要领，吊装前对他们进行安全技术交底。

对所有工具、机具设备等的质量和性能进行仔细检查，合格后方能投入使用。

吊着重物不得在空中长时间停留，必须作短时间停留时，操作及指挥人员严禁离开工作岗位。

十一、施工安全技术措施

凡进入施工现场的人员，必须正确戴好安全帽，不得穿高跟鞋、拖鞋、凉鞋、硬底鞋、带钉的鞋、风衣等进入施工区域。

现场吊装施工时，如遇 5 级及以上大风或大雾、能见度低时，必须停止吊装作业。

临时梯子、脚手架必须由专业人员搭设，且必须搭设牢固，不得晃动，经验收合格后挂牌使用。

起重机具及附件经检查、检修确保性能可靠。

吊车的作业区域地坪坚实，强度足够，满足作业要求。

吊装设备时捆绑要牢固，钢丝绳与设备角、边接触处用钢护皮等保护，防止损伤钢丝绳，指挥信号要清晰，吊装时要防止吊物有较大的晃动，吊装时先吊离地面约 200mm 左右，静置十分钟，如无异常再起吊就位。吊装时应设尾绞绳。

起重工作区域内无关人员不得停留或通过，在转车半径内、伸臂及吊物下方严禁任何人通过或逗留。

吊起的重物不得在空中长时间停留，在空中短时间停留时，操作人员和指挥人员均不得离开工作岗位。在吊装迎风面积较大物件的过程中，必须在吊物的一端拴套缆风绳，以防止吊物在风力的作用下有较大幅度的来回摆动。

特殊作业人员应经专业培训并考试合格，并取得合格证，作业时必须使用好个人防护用品。

现场孔、洞、沟、坑和平台及时封盖或安装围栏，并在明显处悬挂警告标志。

严禁带病或酒后作业。

吊装前必须检查钢丝绳、卡环、吊耳等吊装器具，合格后方可吊装。

每台对讲机配置 2 块电池，起重指挥人员佩戴口哨或旗帜。吊装前，对讲机必须进行通话测试。

吊装前应掌握早期气象预报，选择有利的气象条件日期吊装，不得在 5 级风以上或雨天工作。

吊装作业场地应设立警戒区，并设明显的标志，并有专人现场警戒，无关人员不得入内。

钢丝绳在吊装过程中，不得与其它物体发生摩擦，并防止打结或扭曲，严禁与带电体接触。

十二、危险点分析、预控措施及应急预案

11.1 危险点分析与预控措施

吊装过程的危险点分析和预控措施，根据《电网工程施工安全风险识别、评估及控制办法》选用（见附表三）。并结合本公司安全文明施工管理程序文件选用（见附表四）

11.2 应急预案

11.2.1 编制目的

本预案主要叙述吊装有关技术、安全要求，确保吊装不发生危险事故，以保证施工作业

的安全性、科学性，使本次吊装工作顺利完成。

11.2.2 应急处置基本原则

项目部所属各班组在预防与应急处理工作中，必须遵循“协调一致、救人优先、反应迅速、救援有力”的原则，最大限度地减少人员伤亡和财产损失。

11.2.3 组织机构

现场成立应急救援工作组如下表所示。

序号	姓名	单位	职务	联系电话	备注
1		项目部	项目经理		应急工作组组长
2		项目部	技术总工		副组长
3		项目部	安全员		现场安全监护
4		项目部	技术员		紧急救援组织
5		项目部	质检员		救援物资计划
6		项目部	物资采购		救援物资配备
7		项目部	资料信息员		人员接送
8		项目部	驾驶员		人员接送

11.2.4 预控与预警

11.2.4.1 应急器材必须放置在明显、便于索取的地方，并作醒目标识，并附图说明。

11.2.4.2 在易发火灾区域，设置“严禁吸烟、禁带火种”等安全标志牌。

11.2.4.3 将火警电话 119、急救电话 120 在醒目位置明示，并将应急联络通讯录在现张贴，使所有人员都掌握，同时主管人员应清楚救护中心所在位置、行走路线。

11.2.4.4 施工现场危险部位应明示安全通道，并保证畅通，现场生产设施和电气线路及设备均应符合安全防火要求。

11.2.4.5 施工前进行应急设施、器材检查，发现损坏及时采取维修更换，并填写相应记录。

11.2.4.6 应对从事相关工作的人员进行针对性的交底和培训工作，应对应急抢险人员进行火灾发生时的应急措施技能培训，提高操作技能，会正确操作应急准备器材或设备。人员培训或教育应有记录。

11.2.4.7 将应急准备和预案的要求进行书面交底。

11.2.4.8 应急救援医院为 XX 医院，其地理位置如下

11.2.5 信息报告程序

11.2.5.1 事故发生后，所涉及人员应立即主动向上级应急小组报告，相关负责人应根据情况确定上报。

11.2.5.2 上报主要内容包括：事件发生的时间、地点、规模、涉及人员、起因以及目前状态、事发后已做的工作和采取的措施、造成的影响情况。

11.2.5.3 联络方式

应急组织体系和相关人员联系方式：

序号	姓名	单位	职务	联系电话	备注
1		项目部	项目经理		应急工作组组长
2		项目部	技术总工		副组长
3		项目部	安全员		现场安全监护
4		项目部	技术员		紧急救援组织
5		项目部	质检员		救援物资计划
6		项目部	物资采购		救援物资配备
7		项目部	资料信息员		人员接送
8		项目部	驾驶员		人员接送

外部联系电话：

序号	单位	联系电话	备注
1	XX 卫生院		
2	报警电话		
3	火警电话		

11.2.6 应急处置

11.2.6.1 发生事故时，目击者或当事人要及时呼救、自救、并立即向上级应急领导小组报告，应急领导小组接到报告后立即组织相关人员按应急预案进行抢险。

11.2.6.2 抢险人员必须先做好自我保护，配戴好防护用品，正确使用应急物资、器具、设施，才能进行抢险救援工作。

11.2.6.3 造成事故或紧急情况的当事人,不得脱离事发现场,应与抢险负责人取得联系,以便抢险救援负责人及时掌握了解情况发生的原因,便于指挥开展抢险救援工作,实施相应的应急措施。

11.2.6.4 事故处理结束后,项目部应组织有关人员按“四不放过”的原则确定事故的原因,评审事故不再发生措施的需求,制定、实施纠正和纠正措施。

11.2.7 应急物资与装备保障

除常备应急救援物资外,项目还应保证起重机械、交通车;钢丝绳、千斤顶、液压剪;担架、急救箱等急救药品等的配备。

常用器材配备

医疗器材:担架、氧气袋、小药箱;

抢救工具:一般工地常备工具即基本满足使用;

通讯器材:电话、手机、对讲机;

灭火器材:灭火器日常按要求就位,紧急情况下集中使用;

交通工具:工地常备一辆值班面包车,该车值班时不应跑长途。

11.2.8 事故响应

项目经理部应急领导小组接到事故报告后,应立即赶往事故现场,组织实施事故救援工作。

救援中转组接到事故报告后,应根据事故情况确定与当地医疗机构取得联系。报告人应沉着、冷静地讲清楚事故单位、工程所在地区位置、联系电话,报告后应立即派人在路口迎接相关救护人员。同时派人立即赶赴现场,根据受伤人员实际情况,采取相应的施救措施。在医务人员未到场前不应放弃现场抢救,更不能擅自判定伤员死亡。并按《不符合控制程序》报告公司应急领导小组,全力抢救,以减少人员伤亡和国家财产损失。

现场抢险组接到报告后,应立即赶赴现场,查明机械事故原因,并采取更换零部件、移动某些部位、搜集泄漏的润滑油或燃料、重新启动等相应的抢险措施。

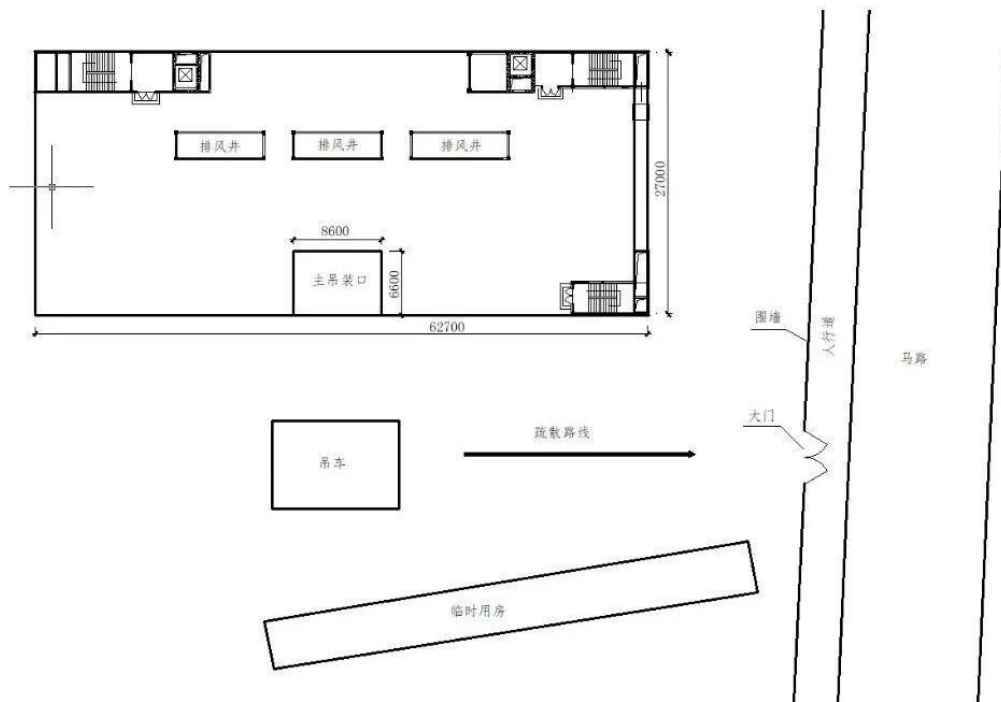
保安组接到报告后,应立即赶赴现场组织警戒、维持秩序、保证疏通消防通道、疏通安全出口、疏散引导人员到安全地带。

11.2.9 应急知识培训

应急小组成员在项目安全教育时必须附带接受紧急救援培训。

培训内容:伤员急救常识、灭火器材使用常识、各类重大事故抢险常识等。务必使应急小组成员在发生重大事故时能较熟练地履行抢救职责。

11.2.10 疏散路线图



十三. 文明施工措施

施工场地道路必须平整畅通，排水系统良好。材料、机具要求分类堆放整齐并设置标示牌。

暂时不用的工器具及时收回工具室并摆放整齐。

设备定置堆放，不能直接堆放在地上且堆放整齐、合理有序。

临时放置于施工区域内的待安装设备须摆放整齐，不得阻碍通道。

每天施工结束后，应及时清理废料，不得向下抛掷，应倒入专门设置的废料桶内，再倒入现场废料堆里。

吊装区域内设置安全通道以便于施工及管理人员进出。

十四、环境保护和绿色施工措施

结合建设部绿色施工导则相关规定，在环境保护、节材、节能、节水、节地等方面采取一定措施，创建绿色工程。并针对钢结构吊装制定了环境因素的辨识与预控措施。（见附表五）

在可供选择的施工方案中尽可能选用噪音小的施工工艺和施工机械。

对噪音较大的机械，在中午（12时至14时）及夜间（22时至次日07时）休息时间内停机，

以免影响附近居民休息。

汽车进入施工场地应减速行驶，避免扬尘。

加强对施工机械的维修保养，防止机械使用的油类渗漏进入地下水中或市政下水管道。

对施工期间的固体废弃物应分类定点堆放，分类处理，每天专人定时清理。

施工期间产生的废钢材、木材，塑料等固体废料应予回收利用。

临时加固材料、吊装用工器具应按要求定点摆放。

施工现场应保持整洁，垃圾、废料应及时清除。

施工人员应有成品保护意识，严禁乱拆乱拿或乱涂乱抹。

施工完毕后，将现场各类遗弃物及时清理至垃圾池。

坚持文明施工，做到“工完、料尽、场地清”。

附表一：三一重工 220 吨汽车吊工况

类别	项目		单位	数值
主要性能参数	最大额定总起重量		T	220
	最小额定幅度		M	3
	转台尾部回转半径		Mm	5165
	最大起重力矩	基本臂	KN.m	7271
		最长主臂	KN.m	2916
	支腿跨距	纵向	M	8.35
		横向	M	8.2
	起重臂长度	基本臂	m	13.8
		最长主臂	M	73
		最长主臂+副臂	M	109
	起升高度	基本臂	m	14.3
		最长主臂	M	73.5
		最长主臂+副臂	m	109.5
	副起重臂安装角度			0 20 40
	上车发动机	发动机型号	康明斯 QSB6.7-C240	
		额定功率	Kw/rpm	178/2200
		额定扭矩	N.m/rpm	774/1500
		燃油箱容量	L	350
工作速度参考	最大起升速度 (单绳、空载)	主卷扬	m/min	130
		副卷扬	m/min	130

	起重臂伸缩时间	全伸	S	660	
		全缩	S	660	
	起重臂变幅时间	起臂	S	60	
		落臂	S	140	
	最大回转速度		r/min	1.5	
	支腿伸/缩时间	水平支腿	同时伸	S	25
			同时缩	S	20
		垂直支腿	同时伸	S	50
			同时缩	S	45

附表二：220 吨参数表

53.5t 配重，支腿全伸														
工作 幅度 (m)	主臂长度 (m)											工作幅 度 (m)		
	27.1	31.6	31.6	31.6	31.6	36.0	36.0	36.0	36.0	40.5	40.5			
3												3		
3.5												3.5		
4												4		
4.5	44.8											4.5		
5	42.3	100.0	87.8	53.8	35.9							5		
6	38.0	100.0	79.4	48.3	32.3	92.0	72.4	66.4	72.3			6		
7	34.5	95.0	73.4	44.2	29.3	85.0	63.6	60.4	63.4	68.0	67.2	7		
8	31.4	87.0	67.7	40.8	27.1	78.0	56.4	54.6	56.3	65.0	62.1	8		
9	28.7	79.3	62.0	37.3	25.2	71.0	51.9	51.1	51.8	62.0	58.2	9		
10	26.4	73.0	57.5	34.3	23.1	65.0	48.0	47.9	47.4	59.0	54.4	10		
11	24.9	66.0	52.7	31.5	21.2	62.0	45.3	46.0	44.8	56.0	50.8	11		
12	22.8	56.9	50.9	30.4	20.1	58.0	43.8	44.5	42.6	53.0	47.3	12		
14	20.0	44.2	42.9	26.1	17.6	45.1	42.2	43.7	40.4	46.1	43.0	14		
16	7.9	35.5	34.4	23.4	15.5	36.4	34.3	36.3	33.3	37.4	35.8	16		
18	15.8	29.3	28.2	20.1	13.3	30.2	28.1	32.0	29.1	31.1	29.5	18		
20	13.9	24.6	23.5	17.2	11.6	25.5	23.5	27.2	24.4	26.4	24.8	20		
22	13.3	20.9	19.8	15.3	10.2	21.8	19.8	23.5	20.7	22.7	21.2	22		
24		18.0	16.9	13.9	9.3	18.8	16.9	20.5	17.8	19.7	18.2	24		
26		15.5	14.5	13.5	9.1	16.4	14.4	18.0	15.3	17.2	15.8	26		
28						14.3	12.4	16.0	13.3	15.2	13.7	28		
30						12.6	10.6	14.2	11.5	13.4	12.0	30		
32										11.9	10.5	32		
34										10.6	9.2	34		
钢丝绳倍率		12	10	10	10	10	8	8	8	8	7	7	钢丝绳倍率	
伸缩 方式	II	0	45	90	0	0	45	90	0	45	45	90	II	伸缩 方式
	III	0	45	45	0	0	45	90	45	90	45	45	III	
	IV	0	45	45	0	0	45	45	45	90	45	45	IV	
	V	0	45	0	90	0	45	0	45	0	45	45	V	
	VI	45	0	0	45	90	45	0	45	0	45	45	VI	
	VII	90	0	0	45	90	0	0	45	0	45	0	VII	

附表三：钢丝绳安全系数取值对照表

应用场合	建议采用的安全系数
静态张拉钢丝绳和钢绞线	3-4
小型悬索桥的主缆绳	3-3.5
小型悬索桥的悬挂钢丝绳	3.5-4
架空索道承载绳	3-4
架空索道牵引绳	5-6
起重机等	5-5.5
抓斗吊机上的控制钢绳	4-5
挖掘机	5
水平牵引,连续牵引车	4-5
矿井提升,竖井和斜井	最小 5
工业提升	最小 6
桥式,门式,塔式,桅杆式吊车	最小 6
电梯 载人	最小 12
载物	最小 10
热金属吊车	最小 8
不旋转钢丝绳 18×7 类	最小 10

点接触圆股钢丝绳6×37股(1+6+12+18)(GB1102-74)

表—2

直径 (mm)		钢丝绳总断面积 mm ²	参考质量 Kg/100m	钢丝绳公称抗拉强度 Mpa (Kg/mm ²)											
钢丝绳	钢丝			1400 (140)				1550 (155)		1700 (170)		1850 (185)		2000 (200)	
				钢丝绳破断拉力总和不小于											
				KN	Kgf	KN	Kgf	KN	Kgf	KN	Kgf	KN	Kgf		
8.7	0.4	27.88	26.21	38	3900	42	4320	46	4730	51	5150	55	5570		
11.0	0.5	43.57	40.96	60	6090	66	6750	73	7400	79	8060	85	8710		
13.0	0.6	62.74	58.98	86	8780	95	9720	104	10650	114	11600	123	12500		
15.0	0.7	85.39	80.27	117	11950	129	13200	142	14500	154	15750	167	17050		
17.5	0.8	111.53	104.8	153	15600	169	17250	186	18950	202	20600	219	22300		
19.5	0.9	141.16	132.7	194	19750	214	21850	235	23950	256	26100	277	28200		
21.5	1.0	174.27	163.8	239	24350	265	27000	290	29600	316	32200	342	34850		
24.0	1.1	210.87	198.2	289	29500	320	32650	351	35800	382	39000	413	42150		
26.0	1.2	250.95	235.9	344	35100	381	38850	418	42650	455	46400	492	50150		
28.0	1.3	294.52	276.8	404	41200	448	45650	491	50050	534	54450	578	58900		
30.0	1.4	341.57	321.1	469	47800	519	52900	569	58050	619	63150	670	68300		
32.5	1.5	392.11	368.6	538	54850	596	60750	654	66650	711	72500	769	78400		
34.5	1.6	446.13	419.4	612	62450	678	69150	734	75800	810	82500	875	89200		
36.5	1.7	503.64	473.4	691	70500	765	78050	839	85600	913	93150	986	100500		
39.0	1.8	564.63	530.8	775	79000	858	87500	941	95950	1020	104000	1103	112500		
43.0	2.0	697.08	655.3	957	97550	1059	108000	1162	118500	1260	128500	1363	139000		
47.5	2.2	843.47	792.9	1157	118000	1280	130500	1402	143000	1530	156000				
52.0	2.4	1003.80	943.6	1378	140500	1525	155500	1672	170500	1819	185500				
56.0	2.6	1178.07	1107.4	1613	164500	1790	182500	1961	200000	2133	217500				
60.5	2.8	1366.28	1284.3	1873	191000	2074	211500	2275	232000	2476	252500				
65.0	3.0	1568.43	1474.3	2153	219500	2383	243000	2614	266500	2844	290000				

注：表一~表四中，粗线左侧可供光面或镀锌钢丝绳，粗线右侧只供应镀锌钢丝绳

附表四：吊装作业危险源辨识及预控措施

风险编号	工序	风险可能导致的后果	固有风险级别	预 控 措 施
01010103	现场临时施工用电布设	触电 火灾 高处坠落 其它伤害	2	<p>(1) 现场办公和生活区用电布置, 检修必须由专业电工进行, 严禁私拉乱接。</p> <p>(2) 集中使用的空调、取暖、蒸饭车等大功率电器应与办公和生活区用电分置, 并设置专用开关和线路。</p> <p>(3) 所有用电设备应配置空气保护开关。开关的容量应满足用电设备的要求, 闸刀开关应有保护罩。不得使用熔断器。</p> <p>(4) 在活动板房、集装箱等金属外壳内穿越的低压线路穿绝缘管保护, 防止破皮漏电。活动板房、集装箱等金属外壳应可靠接地。</p> <p>(5) 电源箱应设置在户外, 并有防雨措施。</p> <p>(6) 高处作业应系安全带; 梯子上作业时, 应有人扶梯。</p>
01010104	保护接地或接零	触电	2	<p>(1) 在施工现场专用变压器供电的 TN—S 三相五线制系统中, 所有电气设备外壳应做保护接零。</p> <p>(2) 保护零线 (PE 线) 应由配电室 (总配电箱) 电源侧工作零线 (N 线) 或总漏电保护器电源侧工作零线 (N 线) 重复接地处专引一根绿黄相色线作为局部接零保护系统的 PE 线。TN-S 系统中的 PE 线除必须在配</p>

			<p>电室或总配电箱处做重复接地外，还必须在配电系统的中间处（分配电箱）和末端处（开关箱）做重复接地。</p> <p>（3）在保护零线（PE线）每一处重复接地装置的接地电阻值不应大于4Ω；在工作接地电阻值允许达到10Ω的电力系统中，所有重复接地的等效电阻值不应大于10Ω。配电箱接地电阻必须进行测试，并在电源箱外壳上标明测试人员、仪器型号、测试电阻值。</p> <p>（4）重复接地线必须与保护零线（PE线）相连接，严禁与N线相连接。PE线必须采用绿/黄双色绝缘多股铜线，截面$\geq 2.5\text{mm}^2$，手持式电动工具的PE线截面$\geq 1.5\text{mm}^2$。</p>
02050101	一般起重 吊装	起重 伤害	<p>2</p> <p>（1）汽车起重机不准吊重行驶或不开支腿就吊重。在开支腿时，支腿伸出放平后，即关闭支腿开关，如地面松软不平，应修整地面，垫放枕木。起重机各项措施检查安全可靠后再进行起重作业。起吊物应绑牢，并有防止倾倒措施。吊钩悬挂点应与吊物的重心在同一垂直线上，吊钩钢丝绳应保持垂直，严禁偏拉斜吊。落钩时，应防止吊物局部着地引起吊绳偏斜，吊物未固定好，严禁松钩。</p> <p>（2）吊索（千斤绳）的夹角一般不大于90°，最大不得超过120°，起重机吊臂的最大仰角不得超过制造厂铭牌规定。</p> <p>（3）起吊绳（钢丝绳）及U形环必须作拉力承载试验，有试验报告。钢丝绳的辨接长度必须满足钢丝绳直径的15倍且最小长度不得小于300mm。起吊大件或不规则组件时，应在吊件上拴以牢固的溜绳。</p> <p>（4）起重工作区域内无关人员不得停留或通过。在伸臂及吊物的下方，严禁任何人员通过或逗留。</p> <p>（5）起吊前应检查起重设备及其安全装置；重物吊离地面约10cm时应暂停起吊并进行全面检查，确认良好后方可正式起吊。起重机吊运重物</p>

			<p>时应走吊运通道,严禁从有人停留场所上空越过;对起吊的重物进行加工、清扫等工作时,应采取可靠的支承措施,并通知起重机操作人员。</p> <p>(6) 吊起的重物不得在空中长时间停留。</p> <p>(7) 起重机在工作中如遇机械发生故障或有不正常现象时,放下重物、停止运转后进行排除,严禁在运转中进行调整或检修。如起重机发生故障无法放下重物时,必须采取适当的保险措施,除排险人员外,严禁任何人进入危险区。</p> <p>(8) 不明重量、埋在地下或冻结在地面上的物件,不得起吊。</p> <p>严禁以运行的设备、管道以及脚手架、平台等作为起吊重物的承力点。</p> <p>(9) 两台及以上起重机抬吊情况下,绑扎时应根据各台起重机的允许起重量按比例分配负荷。</p> <p>(10) 在抬吊过程中,各台起重机的吊钩钢丝绳应保持垂直,升降行走应保持同步。各台起重机所承受的载荷,不得超过各自的允许起重量。</p> <p>(11) 如达不到上述要求时,应降低额定起重能力至 80%,也可由总工程师根据实际情况,降低额定起重能力使用。但吊运时,总工程师应在场。</p>
02050102	两台及以上起重机抬吊同一重物	起重伤害	<p>3</p> <p>(1) 吊点位置的确定,必须按各台起重机允许起重量,经计算后按比例分配负荷。</p> <p>(2) 在抬吊过程中,各台起重机的吊钩钢丝绳应保持垂直,升降行走应保持同步。各台起重机所承受的载荷,不得超过各自的允许起重量的 80%。</p> <p>(3) 吊装作业设专人指挥,吊臂及吊物下严禁站人或有人经过。</p> <p>(4) 吊起的重物不得在空中长时间停留。在空中短时间停留时,操作人员和指挥人员均不得离开工作岗位。起吊前应检查起重设备及其安全装</p>

			<p>置；重物吊离地面约 10cm 时应暂停起吊并进行全面检查，确认良好后方可正式起吊。</p> <p>（5）起重机在工作中如遇机械发生故障或有不正常现象时，放下重物、停止运转后进行排除，严禁在运转中进行调整或检修。如起重机发生故障无法放下重物时，必须采取适当的保险措施，除排险人员外，严禁任何人进入危险区。</p> <p>（6）严禁以运行的设备、管道以及脚手架、平台等作为起吊重物的承力点。</p> <p>（7）夜间照明不足、指挥人员看不清工作地点、操作人员看不清指挥信号时，不得进行起重作业。</p> <p>（8）高处作业所用的工具和材料放在工具袋内或用绳索拴在牢固的构件上，较大的工具系有保险绳。上下传递物件使用绳索，不得抛掷。</p> <p>（9）如起重机发生故障无法放下重物时，必须采取适当的保险措施，除专业排险人员外，严禁任何人进入危险区。</p> <p>（10）起重作业中，如遇有六级及以上大风或雷暴、冰雹、大雪等恶劣天气时，停止起重和露天高处作业。</p>
02050103	起重机械 临近带电 体作业	触电	3 <p>（1）作业时，起重机臂架、吊具、辅具、钢丝绳及吊物等带电体的最小安全距离要满足变电《安规》附表的规定，且应设专人监护。</p> <p>（2）临近带电体作业，如不满足变电《安规》附表规定的安全距离时，应制定防止误碰带电设备的专项安全措施，并经本单位分管专业副总工程师或总工程师批准。审核不通过，申请停电作业。</p> <p>（3）长期或频繁地临近带电体作业时，应采取隔离防护措施。</p> <p>（4）临近高低压线路时，必须与线路运行部门取得联系，得到书面许可并白运行人员在场监护的情况下可以吊装作业。</p>

			(5) 当构架吊起后与地脚螺栓对接的过程中, 作业人员注意不要将手扶在地脚螺栓处, 避免构架突然落下将手压伤。
--	--	--	---

危险源辨识及预控措施表

序号	作业活动	危险点	危害后果	危险性评价				危险级别	预 控 措 施
				L	E	C	D		
1	推移作业	机械设备在使用前未进行系统检查	设备损坏, 人员伤亡	1	10	7	70	2	1、施工机械要求机械设备工况良好, 严禁带病作业。 2、严格执行机械管理制度, 定期进行检修、维护和保养。
		违章作业, 违章指挥	设备损坏, 人员伤亡	1	1	40	40	1	1、设专人指挥, 专人监护, 各项工作责任到人, 指挥信号必须准确。 2、严格执行安全操作规程, 信号不明或遇有起重违章指挥, 操作工有权拒绝操作。
		平移时两液压推力器速度不一致	设备坠落, 人员伤亡	3	2	15	90	2	设专人指挥并派专人观察两推力器速度是否一样, 以便及时进行调整
		液压千斤顶线路安装时有电造成触电	设备损坏, 人员伤亡	1	1	100	100	3	1、线路安装时应先切断总电源、然后安装各机构线路。 2、电源盘柜处挂设醒目警示标志牌。
		变压器顶升时未在油顶之间加放钢板	变压器顶升位置变形	1	1	7	7	1	在油顶与变压器顶升座之间加放30毫米厚铁板
		油顶飞出	设备损坏, 人员伤亡	1	2	40	80	2	摆放液压千斤顶前在顶下放钢板, 摆放要正, 在顶与钢板接触处加放橡胶防滑, 顶升作业过程中加强安全防护
		道木墩垮塌	设备损坏, 人员伤亡	1	1	40	40	1	道木墩选用合格道木搭建, 并由专业起重人员检验合格才能使用
		变压器推移过程中, 钢轨断裂	设备损坏, 人员伤亡	1	1	40	40	1	安装钢轨前认真检查钢轨是否合格
		吊装过程中, 边坡垮塌	设备损坏, 人员伤亡	1	1	100	100	1	事先计算好边坡最大能承受载荷。在吊装前, 先试吊, 观察、监护边坡的情况。吊装时, 派人进行监护。

危险源辨识及预控措施表

序号	危险因素描述	措施序号	控制措施	控制			
				方法	时机	实施人	监测人
1	顶升变压器后倾覆	1	1. 地基的耐压需达到顶升所需的技术要求；	S	P		
2	拼装作业时部件坠落、人员伤害	2	1. 垫木严禁以小代大； 2. 垫木与地面完全吻合； 3. 千斤顶与垫木面积重心处于同一垂线，严禁偏顶； 4. 指挥信号清晰、明确，严禁多重指挥； 5. 顶升、移动就位时配合动作需平稳、缓慢； 6. 风力超过 6 级禁止顶升、平移。	S	P		
3	手脚挤压伤害	3	1. 构件拼装时配合人员注意个人站位，注意避让和相互提醒； 2. 配合人员需通知配合人员； 3. 构件需可靠连接或放置后再松配合；	S	P		
4	电击伤人	4	1. 电气布线前检查是否完全切断总电源； 2. 通电前应进行详细的检查；绝缘应符合要求； 3. 按电气原理图接线，接线规范、整齐。电器柜应挂设醒目警示牌并加强监护。	S	P		

附表五：环境因素分析及预控措

序号	环境因素	作业活动	环境影响	多因子评价										控制措施	责任部门
				a	M B -	c	d	e	f	g	h	M	M1		
1.	废液排放	机械维修保养、清洗工具	污染土地、水体	4	3	2	2	1	3			15		废液集中回收处理	工程部
2.	废液排放	食堂、澡堂、厕所运行产生	污染土地、水体	3	3	3	3	2	3			17		废水集中处理	后勤管理部
3.	固体废弃物	施工产生的固体垃圾	污染土地、水体	4	2	2	4	3	3			18		集中回收分类堆放	工程部
4.	固体废弃物	施工产生的废弃钢铁、焊条头等	污染土地	4	2	2	4	3	3			18		分类回收，废物利用	工程部
5.	粉尘	路面扬尘、弃土场产生	污染空气、影响作业者及附近人员健康	4	2	2	4	3	5			20		运输车辆减速行驶，施工道路洒水抑尘	工程部

附表六：吊装作业平面布置图

