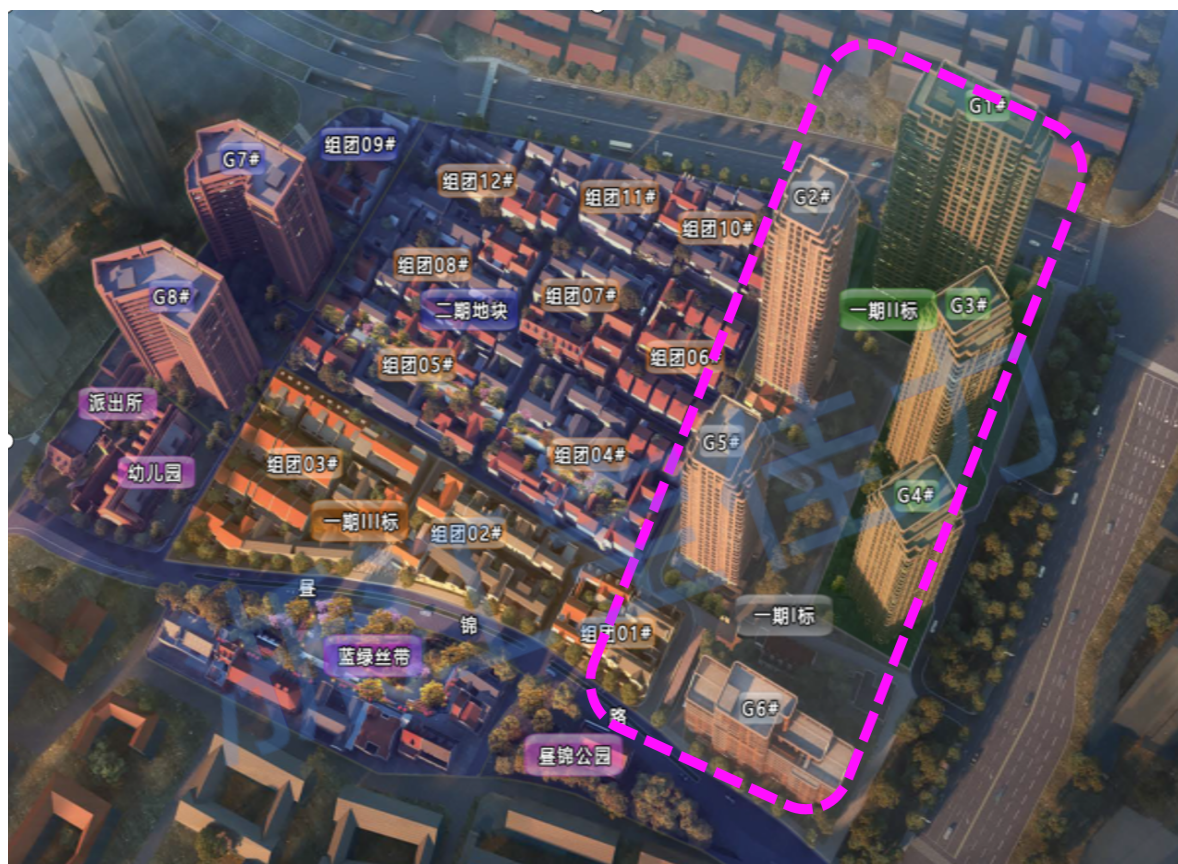


黄浦区508-514街坊地块 旧城区改造项目一期工程

电梯井道钢平台施工方案



编制人：_XXX_

审核人：_XXX_

审批人：_XXX_

中国建筑第二工程局有限公司

编制日期：2024年4月

目录

一、工程概况	1
1.1 工程建设概况	1
1.2 电梯井道钢平台设置概况	1
二、编制依据	2
三、电梯井道操作平台介绍	3
四、组合式可提升电梯井钢平台设计	3
五、主要材料	5
六、钢平台的提升	6
6.1 提升使用工艺流程	6
6.2 提升前的准备工作	6
6.3 钢平台提升	8
6.4 检查验收	9
七、安全保证措施	10
八、质量保证措施	10
九、应急预案	11
十、计算书	17
十一、附图	22

一、工程概况

1.1 工程建设概况

工程名称	黄浦区508-514街坊地块旧城区改造项目一期工程
工程地点	上海市黄浦区豫园街道
建设单位	上海亚龙古城房地产开发有限公司
监理单位	上海富达工程管理咨询有限公司
勘察单位	上海协力岩土工程勘察有限公司
围护设计单位	上海申元岩土工程有限公司
主体设计单位	浙江绿城建筑设计有限公司、上海杰地建筑设计有限公司
施工单位	中国建筑第二工程局有限公司
建设规模	新建总建筑面积191180.12平方米，其中：地上建筑面积139815.39平方米，地下建筑面积51364.73平方米。项目建筑密度约35.00%，容积率约1.67，绿地率约35.00%，总户数396户。
合同工期	2024年1月11日-2027年1月31日，计划总工期1116日历天。

1.2 电梯井道钢平台设置概况

本工程由6栋高层住宅组成，电梯井道2 层以下采用落地盘扣脚手架，纵横距900mm，步距不大于2000mm； 2层及以上采用定型化钢平台+盘扣式脚手架，钢平台随着结构的施工每一层提升至上一层作为结构操作平台，操作架纵横距1500mm，步距1500mm。共计19个钢平台。具体设置钢平台情况如下表：

楼号	编号	层数	电梯井道尺寸 (宽 mmx 深 mm)	电梯井道 门洞宽 (mm)	电梯井钢平台 尺寸 (宽 mmx 深 mm)	钢平台使用 楼层
G1	DT1-1	36	2200x2400	1200	2100x2300	2-36
	DT1-2	36	2550x2400	1200	2450x2300	2-36
	DT1-3	36	2200x2400	1200	2100x2300	2-36
	DT1-4	36	2550x2400	1200	2450x2300	2-36
G2	DT2-1	37	2200x2300	1100	2100x2200	2-37

	DT2-2	37	2200x2300	1100	2100x2200	2-37
	DT2-3	37	2200x2400	1200	2100x2300	2-37
G3	DT3-1	37	2200x2300	1100	2100x2200	2-37
	DT3-2	37	2200x2300	1100	2100x2200	2-37
	DT3-3	37	2200x2400	1200	2100x2300	2-37
G4	DT4-1	27	2200x2300	1100	2100x2200	2-27
	DT4-2	27	2200x2300	1100	2100x2200	2-27
	DT4-3	28	2200x2400	1200	2100x2300	2-28
G5	DT5-1	28	2200x2300	1100	2100x2200	2-28
	DT5-2	28	2200x2300	1100	2100x2200	2-28
	DT5-3	28	2200x2400	1200	2100x2300	2-28
G6	DT6-1	14	2150x2400	1100	2050x2300	2-14
	DT6-2	14	2400x2400	1100	2300x2300	2-14
	DT6-3	10	2500x2300	1100	2400x2200	2-10

二、编制依据

序号	名 称	标准编号
1	《钢结构设计规范》	GB50017-2017
2	《钢结构工程施工质量验收规范》	GB50205—2002
3	《热轧型钢》	GB/T 706-2016
4	《建筑施工高处作业安全技术规范》	JGJ80—2016
5	《建筑机械使用安全技术规程》	JGJ33—2012
6	《建筑施工安全检查标准》	JGJ59-2011
7	《中华人民共和国安全生产法》	主席令第 13 号
8	《建设工程安全生产管理条例》	国务院令第 393 号
9	《建筑工程预防高处坠落事故若干规定》	建质 [2003] 82 号文
10	《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》	住建部 37 号令
11	关于实施《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》有关问题的通知	建办质 (2018) 31 号文
12	本工程建筑结构施工图纸	/
13	本工程施工组织设计	/

三、电梯井道操作平台介绍

钢平台的主要材料由槽钢、方管、钢管、花纹钢板组成，配合其他部零件，通过切割、焊接、打磨、喷涂等各种工艺加工而成。组合可提升式电梯井道操作平台具有结构强度强、使用方便、安全性能高的特点。

其在工程上的现场应用如下图所示：



固定层



作业层

现场应用照片

四、组合式可提升电梯井钢平台设计

组合式可提升电梯井钢平台分为钢平台、Y型支撑架体、防护脚手架三部分，钢平台横肋、边框均采用10#槽钢，将花纹钢板整体满铺在钢平台架的边框和隔栅上，平台板尺寸按井道内径每边小50mm；支撑横梁、架体、脚撑采用16#槽钢制作，60*60*4镀锌方管作为连接杆；防护脚手架采用盘扣架搭设2步高防护架，三部分形成一个组合体后整体提升、安装。

电梯井道提升式钢平台吊环为4个，用 $\Phi 18$ HPB圆钢制作，焊于架体横梁上，双面焊，吊环上设 $\Phi 14$ 钢丝绳两组，即靠近电梯井洞口一组比另一组稍长约50mm，以便起吊时控制平台的平衡度，Y型撑脚自动脱离砼梁，985mm长镀锌方管是用于固定和稳定Y型支架，共6处；

在平台中间部位的四个角焊接4根300mm脚手架钢管，用于搭设操作架，此4根钢管应与平台横肋焊接，不得直接焊与花纹钢板上，搭设操作架时采用对接扣件与之连接。

钢平台提升后，应立即将下层电梯门洞口用预先加工好的防护门进行固定封闭，井道内硬质防护隔离层按净距不大于10米搭设；

电梯井道钢平台示意图如下，以2450mm*2400mm电梯井道钢平台为例，其他详见附图1-附图6。

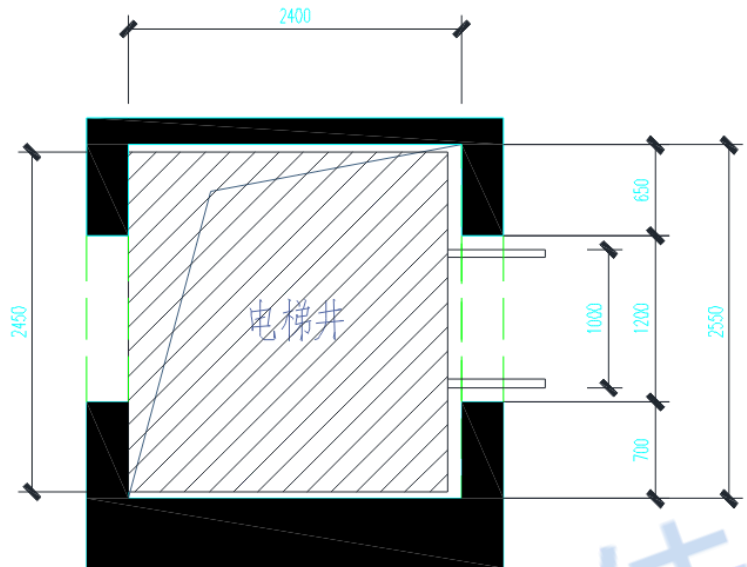


图 4-1：电梯井平面图

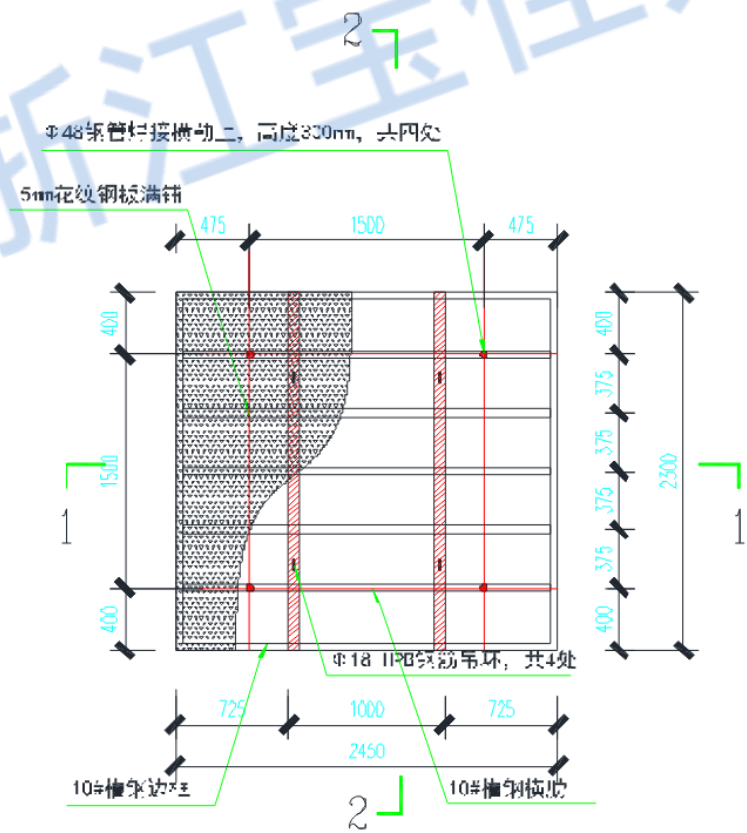
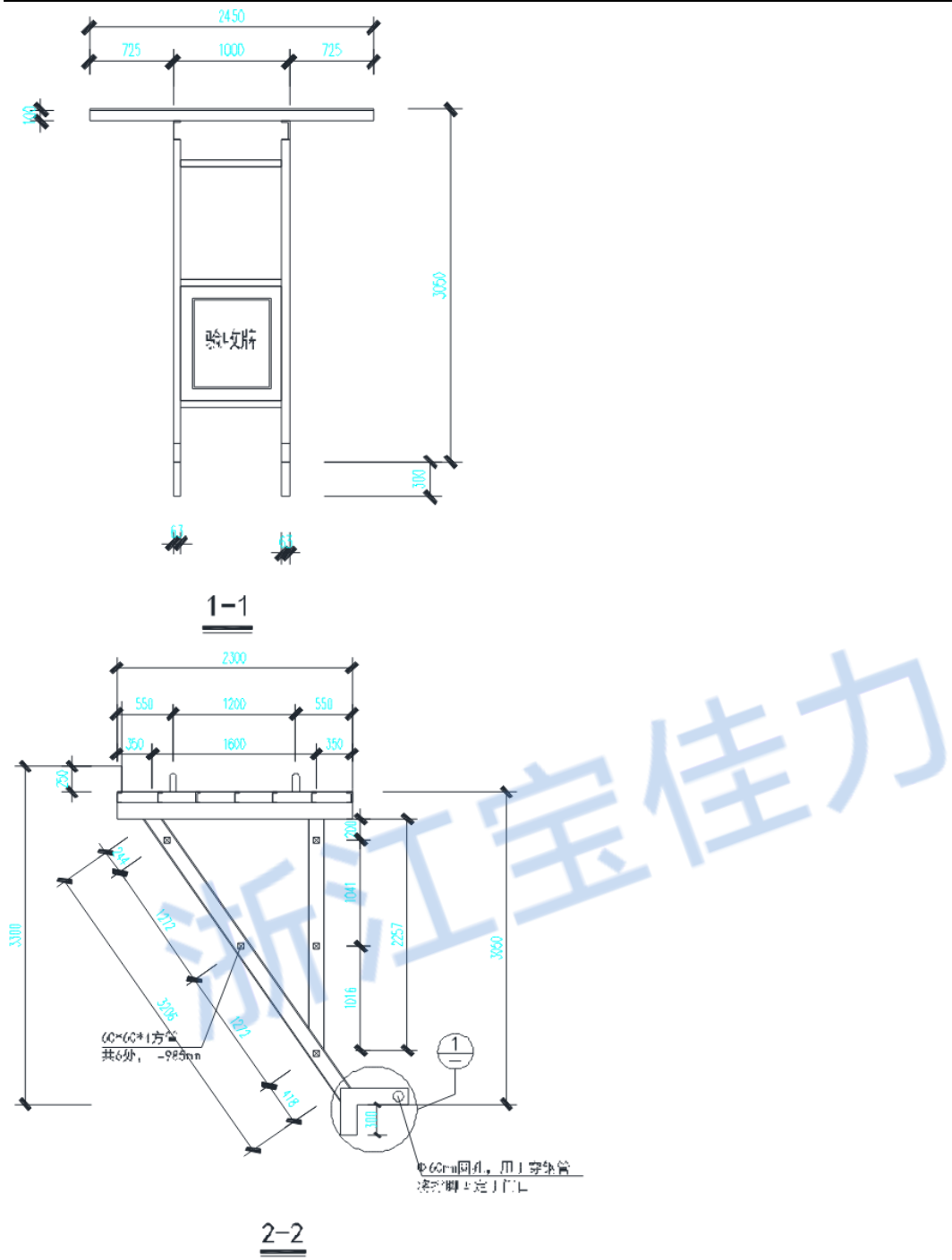


图 4-2：钢平台构造平面图



1-1剖面图

2-2剖面图

图 4:3 钢平台整体安装剖面图

五、主要材料

钢平台主要材料用量如下：

部位名称	材料名称	用量（单个钢平台）
------	------	-----------

横梁、架体、撑脚	16#槽钢	18m
钢平台横肋、边框	10#槽钢	22m
平台板、滑动封口板	5mm花纹钢板	5.6m ²
吊环	Φ18圆钢	2.26m
钢丝绳	Φ14-6×19S	16m
焊条	E43型	
连接杆	60*60*4镀锌方管	6.72m
喷涂	防锈油漆(黄、黑)	10Kg
CI	警戒警示牌	1块

以上用料按2450mm*2300mm钢平台估算。

所有架体均涂黄色防锈漆两遍，平台面的面漆满涂黄黑相间油漆警示色带，间隔200mm成45°斜纹安全警示色，架体支撑架和上部操作架分别悬挂限载牌和联合验收牌两种安全警示牌。

六、钢平台的提升

6.1 提升使用工艺流程

钢平台提升前准备→钢平台提升→安装顶部两步架形成组合式操作平台（首次）→检查验收→上层电梯井混凝土达到强度后→抽出限位钢管、收回滑动封口板→组合式操作平台整体提升、固定→插入限位钢管、伸出滑动封口板→检查验收→投入使用

6.2 提升前的准备工作

- (1) 提升前对钢平台结构及连接件进行检查。
- (2) 第1次使用前进行技术与安全交底，落实责任制。
- (3) 钢平台加工完成后用随车吊将钢平台运至现场指定位置，需清理钢平台的堆放场地，并保证进场道路的畅通。
- (4) 禁止夜间钢平台升降及吊装，如有特殊原因升降工作结束已接近夜间，现场必须有足够的照明，完成升降工作。

(5) 现场塔吊、钢丝绳、塔吊指挥、塔吊司机、安装工人及劳保用品等已落实。

(6) 钢丝绳安装：

安装前，需将吊索（Φ14/6×19s）钢丝绳安装就位，其方法如下：

钢丝绳长度按实际需要尺寸下料加工，在首次安装中，将钢丝绳组的长度与塔吊或汽车吊配合，在地面经过数次调试后，找到钢平台的重心，使平台在起吊是保持平衡，即靠近电梯井门洞口一组比另一组稍长约50~100mm。



图6.2-1 成品运输到现场后及首次吊装图

(7) 现场安装条件

常温施工时，砼强度达到7.5Mpa后方可进行平台支搭。

主体施工时，电梯井墙体模板拆除后，待混凝土强度满足要求后即可安装平台。

(8) 钢丝绳头制作

提升钢丝绳下料长度8m，钢丝绳夹使用方法如下：

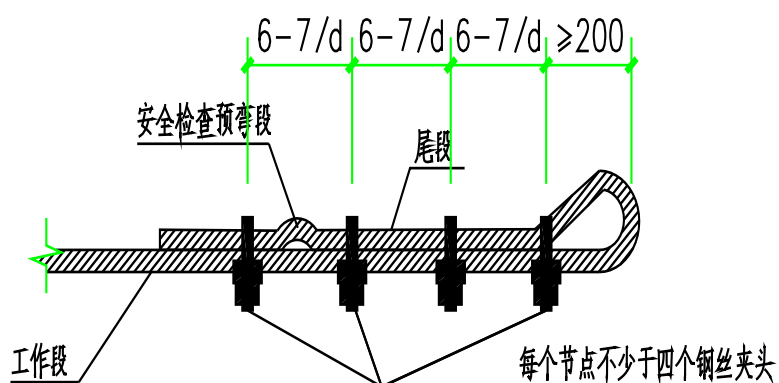


图6.2-2 配件节点详图

钢丝绳夹正确布置方法应按上图所示把夹座扣在钢丝绳的工作段上，U型螺栓扣在

钢丝绳的尾段上，绳夹不得在钢丝绳上交替布置。

钢丝绳夹的距离：钢丝绳子夹间的距离等于6-7倍钢丝绳直径。

钢丝绳夹的数量：每一连接处所需钢丝绳夹的最少数为4组。

绳夹间固定处的强度：钢丝绳夹固定处的强度决定于绳夹在钢丝绳上的正确布置，以及绳夹固定和夹紧的谨慎和熟练程度。不恰当的紧固螺母或钢丝绳夹数量不足就可能使绳子端在承载时，一开始就产生滑动。正确布置和夹紧，并且所有的绳夹将夹座置于钢丝绳的较长的工作段部分，而U形螺栓置于钢丝较短部分或尾段，并在尾段的最后两个绳夹间做好检查钢丝绳滑动的检查环口，环口宜使用48型脚手架钢管夹紧，两组钢丝绳应平行顺直，夹子间距均匀整齐。

绳夹在使用受载一、二次以后就做一次检查，并逐个拧紧，离套环最远处的绳夹不得首先单独紧固。离套环最近处的夹绳（第一个绳头）应尽可能靠近环扣，但仍需保证绳夹的正确和拧紧，不得损坏钢丝绳的外层钢丝，本条为联合验收的重点。

6.3 钢平台提升

待下部已经施工完成的砼达到上人强度时，将平台用塔吊慢慢吊入电梯井道，三角支撑下部带短槽钢支腿的一端自动卡在电梯井门一侧，使用Φ48钢管穿过撑脚上预留Φ60圆孔，撑脚固定在电梯井门洞口边结构梁上。

在后续施工的循环作业中，整体向上提升电梯井平台前，首先在起升之前，将所有障碍物清除（如“模板木方”），运行前架体中活动荷载卸除，提升运行的施工区域下方设置警戒区域、禁止人员在警戒区域内通行和施工。

提升时，塔吊挂钩钢丝绳取下，用钢平台自带的吊索起吊，同时拆除电梯井口限位钢管，收回滑动封口板，安装工人、塔吊司机及信号工紧密配合，安全员统一指挥，先将平台提升1米，观察无异常后，在缓慢向上升起。

当平台提升到上一层作业面后，将斜撑下口卡住电梯井门口梁边，钢平台骨架顶住电梯井壁后，将电梯井门口限位横向钢管穿入，安装好横向固定钢管，伸出滑动封口板，方可卸除塔吊吊钩。首次安装好后的状况详见下图所示。随后搭设操作架，依次进入各层作业循环。



图6.3-1 电梯井钢施工平台现场俯视图

钢平台运到现场后所有吊装前安装的配件必须安装完成后才能吊装和提升，提升结束后，挂好限重牌和联合验收牌，由安监部组织联合验收，合格后方可投入使用。

6.4 检查验收

检查验收阶段包括电梯井平台加工完成后，电梯井平台安装前，每层提升完毕后。定期检查项目包括：

- (1) 槽钢横梁及平台的变形是否符合要求；
- (2) 平台构件的焊缝是否有开裂，钢丝绳连接是否牢固；
- (3) 卡扣是否松动；
- (4) 安全防护措施是否符合要求；
- (5) 是否超载。



图6.4-1 验收牌

七、安全保证措施

- (1) 对安装工人、塔吊司机、塔吊指挥进行安全技术交底。
- (2) 吊装时工长、安全员旁站指挥。
- (3) 安装到位后联合验收，悬挂验收牌。
- (4) 提升范围拉警戒线，无关人员不得入内。
- (5) 对塔吊工，信号工、安装工做好交底、统一听从安全员信号指挥。
- (6) 高空作业时挂好安全带，使用时高挂低用，并扣好保险扣。
- (7) 遇6级以上（包括6级）大风、大雨、大雪、大雾等恶劣天气及夜间禁止提升作业。
- (8) 提升过程中密切监视避免产生连带或碰撞。
- (9) 进入施工现场人员戴好安全帽、高空作业系好安全带、穿好防滑鞋。

八、质量保证措施

- (1) 首次加工或翻新的钢平台经项目工程部、安监部、技术部联合验收后方可使用提升。

- (2) 定期检查平台，发现问题和隐患在施工前及时修复加固，确保施工安全。
- (3) 未使用前对，检查各节点的焊缝是否满足要求。
- (4) 所有材料有合格证及质保书，如槽钢、焊条、钢丝绳等。
- (5) 钢丝绳设四道卡环并在第三道与第四道之间留安全弯。

九、应急预案

1、组织机构及职责

以建设单位牵头成立黄浦508-514街坊改造项目应急救援小组，由建设单位总负责人任组长，项目经理、总工任副组长，生产经理、质量总监、物资经理、商务经理、综合办主任任组员，联系方式具体见下表：

序号	职位	项目职务	姓名	联系电话	职责分工
1	组长	建设单位负责人	霍弘毅	18521766383	建设单位现场工作总指挥
2	副组长	项目经理	程麟晋	17621079388	施工单位现场工作总指挥
3	副组长	总工	缪春雨	15001806975	现场技术总负责
4	组员	生产经理	孙光科	18321407033	现场施工总负责
5	组员	安全总监	葛文	15394665008	现场安全总负责
6	组员	商务经理	彭世洋	13816570939	物资调用总负责
7	组员	综合办主任	蒋林	15962428166	后勤联络总负责
	组员	全体管理人员			配合各负责人

2、责任分工

- (1) 现场总协调：现场主要负责人牵头，统一协调、指挥现场处置。
- (2) 应急处置领导小组：由项目执行经理任组长、生产经理、技术负责人任副组长组织落实各项应急措施。
- (3) 险情排除及隐患整改：项目经理及工程管理部门牵头，按照应急救援预案组织现场自救，排除险情，保护事故现场。事故过后，组织整改培训并确保排除隐患。
- (4) 事故调查处理：主管经理及安全部门牵头，配合政府各部门进行事故调查，提供调查资料。

(5) 医疗救护及善后处理：工会负责人及劳务管理部门牵头，组织伤者救护，伤亡人员家属的慰问、安置和赔偿工作。

(6) 信息及社会面控制：项目经理及综合办牵头，在封闭施工现场，控制人员出入；组织人员接待和信息协调控制工作。

3、应急救援措施

(1) 高空坠落严重创伤出血及骨折人员，由救护小组人员根据现场实际情况，在医院急救人员到达之前，及时、正确地采取临时性清洁、止血、包扎、固定和运送等措施：

①止血可采用压迫止血法、绷带止血法。先抬高伤肢，用消毒纱布或棉垫覆盖伤口表面，再进行清理；

②止血后，创伤处用消毒的纱布覆盖，再用干净的绷带或布条包扎，可保护创口、减少出血，预防感染；

③对于肢体骨折现象，可借助夹板、绷带包扎来固定受伤的部位上下两个关节，可减少伤痛，预防休克；

④经现场临时止血、包扎的伤员，在救护车到达后应尽快送往医院救治，在搬运伤员时，救护人员要特别注意：在肢体受伤后局部出现疼痛、肿胀、功能障碍或畸形变化，就表示有骨折存在，宜在止血、固定、包扎后再移动，以防止骨折端因移动振动而移位，继而损伤伤处附近的血管神经，使创伤加重；对于开放性骨折，应保持外露的断骨固定，若有外露的断骨回到皮肤以下时，应告知医院救护人员；在移动严重创伤伴有大量出血或休克现象的伤员时，要平卧伤员，头部可放置冰袋，路上要避免震荡，在移动高空坠落伤员时，因有椎骨受伤的可能，一定要有多人抬护，除抬上半身和腿外，一定要有专人护住腰部，这样才能不会使伤员的躯干过分弯曲或伸展，切忌只抬伤员的两肩与两腿或单肩单背运伤员，使已受伤的椎骨移动，甚至断裂造成截瘫，严重者可导致死亡；

⑤护送伤员的人，应向医生详细介绍受伤经过，如受伤时间、地点、受伤时所受暴力的大小等现场情况。高空坠落受伤还应介绍坠落高度、伤员先着地的部位或受伤的部位，着落时是否有其他阻挡或缓冲，以方便医生诊断。

(2) 触电

①触电者伤势不重，神智清醒，但内心惊慌，四肢发麻，全身无力，或触电者在触电过程中曾一度昏迷，但已清醒过来，救护人员则应注意保持触电者的空气流通和保暖，

使触电者安静休息，不要走动，严密观察，有恶化现象时，赶快送医院救治；

②触电伤势较重者，已失去知觉，但心脏跳动和呼吸存在，救护人员应使触电者舒适、安静、温暖地平卧，使空气流通，并解开其衣服以利呼吸；

③触电者伤势严重，呼吸停止或心脏跳动停止，不可以认为已经死亡，救护人员应立即施行人工呼吸或胸外心脏挤压，迅速送往医院救治，在送往医院的途中，也不能停止急救；

④触电者有外伤，救护人员可先用无菌生理盐水和温开水清洗伤口，设法止血，用干净的绷带或布类包扎，同时送往医院救治。

(3) 火灾

①立即报警。当接到汇报施工现场火灾发生信息后，指挥小组立即拨打“119”火警电话，并及时通知项目部应急抢险领导小组，以便领导了解和指挥扑救火灾事故。

②组织扑救火灾。当基地或施工现场发生火灾后，除及时报警外，指挥小组要立即组织义务消防队员和员工进行扑救，扑救火灾时按照“先控制、后灭火；救人重于救火；先重点后一般”的灭火战术原则。并派人及时切断电源，接通消防水泵电源，组织抢救伤亡人员，隔离火灾危险源和重要物资，充分利用施工现场中的消防设施器材进行灭火。

③协助消防员灭火。在自救的基础上，当专业消防队到达火灾现场后，火灾事故应急指挥小组要简要的向消防队负责人说明火灾情况，并全力支持消防队员灭火，要听从消防队的指挥，齐心协力，共同灭火。

④伤员身上燃烧的衣物一时难以脱下时，可让伤员躺在地上滚动，或用水洒扑灭火焰。

⑤保护现场。当火灾发生时和扑救完毕后，指挥小组要派人保护好现场，维护好现场秩序，等待对事故原因及责任人的调查。同时应立即采取善后工作，及时清理，将火灾造成的垃圾分类处理并采取其他有效措施，从而将火灾事故对环境造成的污染降低到最低限度。

4、事故处理和报告

①公司及项目建立安全值班制度，设值班电话并保证 24 小时轮流值班；

②轻伤事故:应由项目部在 24 小时内报告项目领导，综合办公室；

③重伤事故:公司应在接到项目部报告后 24 小时内报告上级主管单位,安全生产监督管理局；

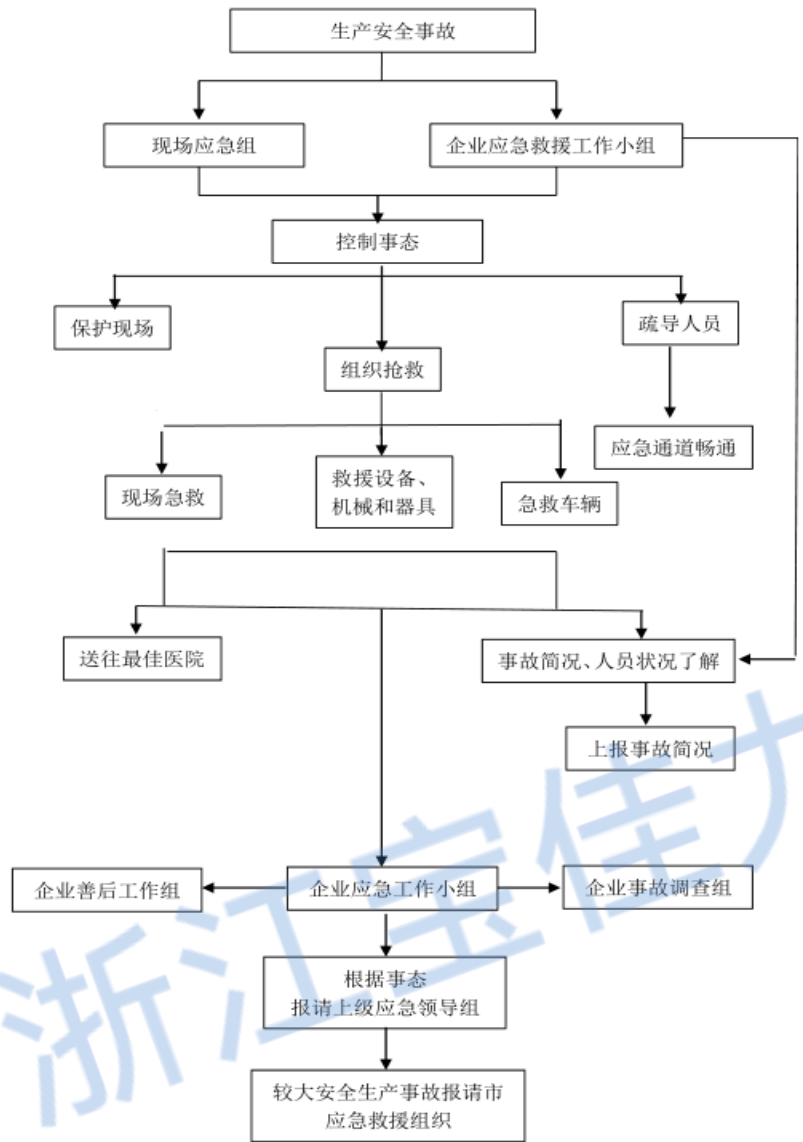
④ 重伤 3 人以上或死亡 1 人的事故;公司应在接到项目部报告后 1 小时内报告. 上级主管单位、安全生产监督部门、工会组织和人民检察机关, 填报《事故报表》, 公司负责人接到项目部报告后 1 小时应到达现场;

⑤ 死亡 3 人以上的重大、特别重大事故:公司应立即报告当地市级人民政府, 同时报告市安全生产监督管理局、工会组织、人民检察机关和监督部门, 公司安全生产第一责任人(或委托人)应在接到项目部报告后 1 小时内到达现场;

⑥ 员工受伤后, 轻伤的送工地医务室医治, 重伤的送医院救治。因伤势过重抢救无效死亡的, 公司在 8 小时内通知劳动行政部门处理。

⑦ 事故应急抢险完毕后, 项目经理立即召集项目领导班子、技术员、安全员等进行事故调查, 严格按照安全事故“四不放过”处理原则, 找出事故原因、责任人认真做到事故原因未查清不放过; 事故责任人未受到处理不放过; 事故责任人和广大群众没有受到教育不放过; 事故没有制订切实可行的整改措施不放过。真正吸取事故教训, 做到举一反三, 并制订防止再次发生类似的整改措施, 才能杜绝类似事故的发生。

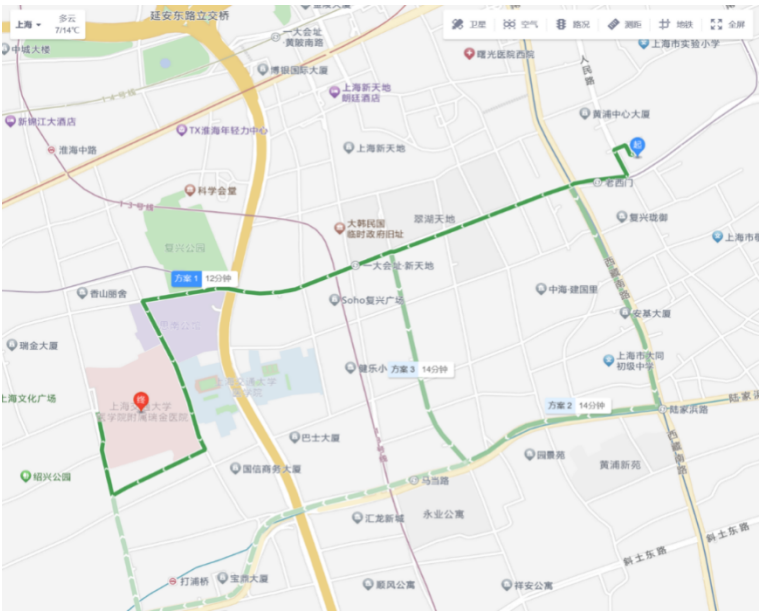
5、应急救援流程图



6、救援路线

(1) 如有人员受伤，立即送至距离工地最近的医院，应急求援路线如下图

1	医院名称	上海交通大学医学院附属瑞金医院 ((021)34186000)
---	------	---------------------------------

2	路线地图	
3	行走路线	

(2) 值班人员在接到紧急情况报告后必须在2分钟内将情况报告到紧急情况领导小组组长和副组长。小组组长组织讨论后在最短的时间内发出如何进行现场处置的指令。分派人员车辆等到现场进行抢救、警戒、疏散和保护现场等。由综合部在30分钟内以小组名义打电话向上一级有关部门报告。

(3) 遇到紧急情况，全体职工应特事特办、急事急办，主动积极地投身到紧急情况的处理中去。各种设备、车辆、器材、物资等应统一调遣，各类人员必须坚决无条件服从组长或副组长的命令和安排，不得拖延、推诿、阻碍紧急情况的处理。

(4) 在整个施工阶段要从人员、设备、材料和制度做好充分的准备工作，一旦遇到险情能迅速投入抢险工作。

(5) 对于雨季施工，要及时了解天气信息遇到暴雨天气要委派专人值班，掌握施工现场情况并及时汇报。

十、计算书

计算书以电梯井道最大尺寸2550mm*2400mm，钢平台尺寸2450mm*2300mm计算。

电梯井钢平台验算参数：

施工荷载为 3kN/m²；

花纹钢板自重标准值为：0.423kN/m²；

10#槽钢自重标准值为：0.1kN/m；惯性矩为 $I=198\text{cm}^4$ ，截面模数 $W=39.7\text{cm}^3$

16#槽钢自重标准值为：0.172kN/m；惯性矩为 $I=866\text{cm}^4$ ，截面模数 $W=108\text{cm}^3$

型钢弹性模量 $E=2.06\times 10^5\text{N/mm}^2$

(一) 面板验算

1、荷载计算

面板按照简支梁进行强度和挠度验算，次梁最大间距400mm。

钢板材料类型	钢板	钢板厚度(mm)	5
钢板抗弯强度设计值 $f(\text{N/mm}^2)$	215	钢板弹性模量 $E(\text{N/mm}^2)$	206000
钢板底次楞布置方式	平行井道横向	钢板自重标准值 $G_k(\text{kN/m}^2)$	0.3

$$W=bt^2/6=1000\times 5\times 5/6=4166.667\text{mm}^3$$

$$I=bt^3/12=1000\times 5\times 5\times 5/12=10416.667\text{mm}^4$$

花纹钢板的荷载标准值： $q_1=0.423\times 0.4=0.169\text{ kN/m}$

施工活荷载标准值： $q_2=3\times 0.4=1.2\text{kN/m}$

面板荷载设计值： $q=1.3\times 0.169+1.5\times 0.9\times 1.2=1.840\text{ kN/m}$

2、强度验算

$$M_{\max}=ql^2/8=1.840\times 0.4^2/8=0.037\text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\sigma=M_{\max}/W=0.037\times 10^6/4166.667=8.880\text{N/mm}^2\leq [f]=215\text{N/mm}^2$$

钢板强度满足要求！

3、挠度验算

$$v_{\max}=5ql^4/384EI=5\times 1.840\times 400^4/(384\times 2.06\times 10^5\times 10416.667)$$

$$=0.286\text{mm}\leq [v]=L/150=400/150=2.667\text{mm}$$

钢板挠度满足要求!

(二) 次梁计算

次梁按照简支梁进行强度和挠度验算，次钢梁（横肋）选用10#槽钢，长度2.45m，主钢梁（横梁）为16#槽钢。

次楞类型	槽钢	次楞截面类型	10号槽钢
次楞抗弯强度设计值 $[f](\text{N}/\text{mm}^2)$	205	次楞抗剪强度设计值 $[\tau](\text{N}/\text{mm}^2)$	125
次楞截面抵抗矩 $W(\text{cm}^3)$	39.7	次楞弹性模量 $E(\text{N}/\text{mm}^2)$	206000
次楞截面惯性矩 $I(\text{cm}^4)$	198	次楞自重标准值 (kN/m)	0.1

1、均布荷载值计算

次梁的自重标准值：P1=0.1kN/m

花纹钢板的荷载标准值：P2=0.423×0.4=0.169 kN/m

活荷载标准值：Q=3×0.4=1.2kN/m

次梁荷载设计值：q=1.3×(0.1+0.169)+1.5×0.9×1.2=1.970 kN/m

2、抗弯强度计算

最大弯矩按单跨梁均布荷载作用下的弯矩，弯矩最大部位在跨中部位。

跨中最大弯矩计算公式如下：

$$\text{Max} = ql^2/8 = 1.97 \times 2.45^2 / 8 = 1.478 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

我们选择跨中弯矩的最大值进行强度验算：

$$\sigma = 1.478 \times 10^6 / 39700 = 37.229 \text{ N}/\text{mm}^2$$

查表，10#槽钢厚度 5.3≤16，

表 3.4.1-1 钢材的强度设计值(N/mm²)

钢 材		抗拉、抗压 和抗弯 f	抗 剪 f_v	端面承压 (刨平顶紧) f_{ce}
牌 号	厚度或直径 (mm)			
Q235 钢	≤16	215	125	325
	>16~40	205	120	
	>40~60	200	115	
	>60~100	190	110	

次梁的计算小于 215N/mm^2 , 满足要求。

3、挠度计算

最大挠度考虑为一跨连续梁均布荷载作用下的挠度计算公式如下:

$$V_{ax}=5q^4/384EI=5\times 1.97\times 2450^4\div (384\times 2.06\times 10^5\times 1980000)=2.27\text{mm}$$

$$\leq [v]=L/150=2450/150=16.333\text{mm}, \text{ 满足要求。}$$

(三) 主梁的计算

主梁按照简支梁进行强度和挠度验算, 次梁在主梁上。

材质及类型	槽钢	截面类型	16a号槽钢
水平承重型钢抗弯强度设计值 [f](N/mm ²)	205	水平承重型钢抗剪强度设计值 [τ](N/mm ²)	125
水平承重型钢截面抵抗矩W(cm ³)	108	水平承重型钢弹性模量E(N/mm ²)	206000
水平承重型钢截面惯性矩I(cm ⁴)	866	水平承重型钢自重标准值(kN/m)	0.172

主梁为 16a 号槽钢, 长度 2.3m, 2 根, 受次梁 7 个集中作用力, 为简化计算, 按等效均布荷载计算次梁的最大反力计算值, 在不利荷载布置下计算主梁的最大弯矩和变形。

1、荷载值计算

$$\text{花纹钢板的自重标准值: } P_1=0.423\times 2.45\times 2.3/2/2.3=0.518\text{kN/m}$$

$$\text{次梁的自重标准值: } P_1=0.1\times 2.45\times 7/2/2.3=0.373\text{kN/m}$$

$$\text{主梁的自重标准值: } P_1=0.172\text{ kN/m}$$

$$\text{活荷载标准值: } P_3=3\times 2.45/2=3.675\text{kN/m}$$

$$\text{荷载的计算值: } P=1.3\times (0.518+0.373+0.172)+1.5\times 0.9\times 3.675=6.343\text{ kN/m}$$

2、抗弯强度计算

最大弯矩考虑为主梁自重均布荷载与荷载的计算值最不利分配的弯矩和均布荷载最大弯矩计算公式如下:

$$M_{q\max}=q^2/8=6.343\times 2.3^2/8=4.194\text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\sigma=4.194\times 10^6/108000=38.83\text{ N/mm}^2$$

主梁的计算强度小于 215N/mm^2 , 满足要求。

3、挠度计算

最大挠度考虑为小横杆自重均布荷载与荷载的计算值最不利分配的挠度和均布荷载最大挠度计算公式如下:

$$V_{q_{\max}} = \frac{5ql^4}{384EI} = 5 \times 6.343 \times 2300^4 \div (384 \times 2.06 \times 10^5 \times 8660000) = 1.3\text{mm}$$

$$\leq [v] = L/150 = 2300/150 = 15.333\text{mm}, \text{满足要求。}$$

(四) 整体稳定性计算

主梁(横梁)采用 16#工字钢, 计算公式如下:

$$\sigma = \frac{M}{\varphi_b W_x} \leq [f]$$

其中 φ_b -- 均匀弯曲的受弯构件整体稳定系数,

φ_b 按下式计算:

$$\varphi_b = \frac{570bt}{l_1 h} = (570 \times 63 \times 6.5) \div (2300 \times 160) = 0.634$$

由于 φ_b 大于 0.6, 应用下式计算的 φ_b' 代替 φ_b 值,

$$\varphi_b' = 1.07 - \frac{0.282}{\varphi_b} = 1.07 - 0.282 / \varphi_b = 0.625$$

$$\text{经过计算得到强度 } \sigma = M / \varphi_b' W = 4.194 \times 10^6 / (0.625 \times 108 \times 10^3) = 62.133\text{N/mm}^2$$

水平钢梁的稳定性计算 $62.133 < 215$, 即 $\sigma < [f]$, 满足要求。

(五) 吊环强度计算

吊环的轴心拉力 N 取钢平台提升时自重进行计算

次梁的自重标准值: $P_1 = 10 \times (2.45 \times 7 + 2.3 \times 2) \times 10 / 1000 = 2.175\text{KN}$

主梁的自重标准值: $P_2 = 17.2 \times 2.3 \times 2 \times 10 / 1000 = 0.791\text{KN}$

花纹钢板的自重标准值: $P_3 = 42.3 \times 2.45 \times 2.3 \times 10 / 1000 = 2.384\text{KN}$

4 个 16#工字钢支撑自重标准值: $P_4 = 17.2 \times (3.206 + 2.257) \times 2 \times 10 / 1000 = 1.879\text{KN}$

6 个镀锌钢管支撑自重标准值: $P_5 = 7.02 \times 0.985 \times 6 \times 10 / 1000 = 0.415\text{KN}$

牛腿自重标准值: $P_6 = (17.2 \times 1.12 \times 2) \times 10 / 1000 = 0.385\text{KN}$

钢平台整体自重计算值: $N=1.2 \times (P_1+P_2+P_3+P_4+P_5+P_6)=1.2 \times 8.029=9.635\text{KN}$

吊环以 $\Phi 18$ 圆钢计算,吊环的容许拉力按照下式计算:

$$\sigma = N/A < [f]$$

其中 N--吊环的轴心拉力设计值, $N=9.635\text{KN}$

A--吊环净截面面积, $A=254.5\text{mm}^2$

σ --吊环受拉强度计算值, 经计算结果是 37.86 N/mm^2

$[f]$ --吊环抗拉强度设计值, $[f]=205\text{N/mm}^2$

稳定性计算, $\sigma < [f]$, 满足要求。

(六) 钢牛腿强度计算

牛腿的轴力 P 我们均取最大值进行计算

活荷载标准值 $P_7=3 \times 2.45 \times 2.3=16.905\text{KN}$

荷载的计算值 $P=1.2 \times (P_1+P_2+P_3+P_4+P_5+P_6)+1.4 \times P_7=33.302\text{KN}$

牛腿的强度计算:

牛腿以 16#槽钢计算, 牛腿的容许压力按照下式计算:

$$\sigma = N/A < [f]$$

其中 N--牛腿的轴心拉力设计值, $N=33.302\text{KN}$

A--牛腿净截面面积, $A=21.9\text{cm}^2$

σ --牛腿受拉强度计算值, 经计算结果是 15.2N/mm^2

$[f]$ --牛腿抗拉强度设计值, $[f]=205\text{N/mm}^2$

$\sigma < [f]$, 满足要求。

牛腿的焊缝计算:

牛腿采用焊接方式与钢平台连接, 对接焊缝强度计算公式如下:

$$\sigma = \frac{N}{l_w t} \leq f_c \text{ 或 } f_t$$

其中, N 为牛腿的轴向力, $N=33.302\text{KN}$;

$l_w t$ 为焊缝长度*焊脚, 取 $0.7 \times 126 \times 8=705.6\text{mm}^2$;

f_c 或 f_t 为对接焊缝的抗压或抗拉强度, 取 160N/mm^2 ;

经过计算得到焊缝抗拉强度 $\sigma=27.2\text{mm}^2$;

$\sigma < [f]=160\text{N/mm}^2$, 满足要求。

(七) 钢丝绳选型

当被起吊物体重量一定时, 钢丝绳与铅垂线的夹角 α 愈大, 吊索所受的拉力愈大; 或者说, 吊索所受的拉力一定时, 起重量随着 α 角的增大而降低。

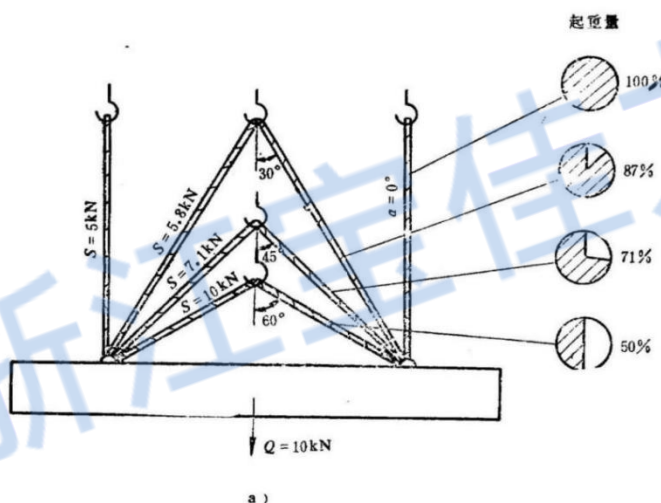
$$P=Q/n\cos \alpha$$

P——每根钢丝绳所受的拉力 (N) ;

Q——起重设备重力 (N) ;

n——使用钢丝绳的根数;

α ——钢丝绳与铅垂线的夹角。



当 $\alpha = 45^\circ$ 时

$$P = \frac{Q}{n \cos \alpha} = 9.635 / (4 * 0.7) = 3.441 \text{ KN}$$

取安全系数6

需要钢丝绳的最小破断拉力为 $3.441 * 6 = 20.646 \text{ KN}$

查表可得6×19S×1400-14的钢丝绳的破断拉力为99KN

$$3.441 * 6 = 20.646 \text{ KN} < 99 \text{ KN}$$

6×19S×1400-14 的钢丝绳符合要求。

十一、附图

浙江宝佳力