

# 高空、大跨、重载结构支承平台施工工法

(TGJGF-03·04-24)

中铁十四局集团有限公司

## 一、前言

我公司在总结和吸收国内外各种高空连廊施工方法和支承系统优点的基础上,研制出一套全新的高空、大跨、重载结构支承平台施工方法。利用制式器材如万能杆件、贝雷梁、军用梁等拼装成高空、大跨度连廊支承平台,其支座直接布置在结构上,充分发挥建筑结构本身的承载力,在高空连廊底部将两高层建筑连成整体形成操作平台,组织高空、大跨度劲性混凝土梁施工。劲性梁结构达到设计要求后拆除脚手架、模板,利用导轨将支承平台分片滑移到楼层内拆除,运出场外。

《空中连廊(六四军用梁支撑)劲性混凝土梁的施工与变形控制》科技成果 2003 年获中国铁道建筑总公司科技进步三等奖,《高空、大跨、重载结构支撑平台施工技术》2004 年 4 月 20 日经中国铁道建筑总公司专家组鉴定,该成果达到行业领先水平。该技术在山东省嘉恒商务广场工程 70m 高空、大跨度连廊项目施工中,取得了良好的经济效益和社会效益,在施工安全、质量、进度、经济等方面赢得了业主和社会各界的广泛好评,我们将该施工技术进行总结整理形成本工法。

## 二、工法特点

1. 用军用梁在高空拼组大跨度支承平台,解决了超高满堂脚手架占用周转材料量大的难题,也解决了大吨位荷载引发的诸如地基变形、破坏底部结构的问题。

2. 军用梁支承平台将两高层建筑在高空连接在一起,方便器材、材料运输、人员调配,减少城市交通、场内运输对施工的干扰。

3. 对结构层进行加固,充分发挥建筑结构本身的承载能力,利用结构本身作为支承平台支座,减少了支座材料,施工方便、经济、安全。

4. 支承平台通过在连廊底部设置工字钢导轨、滑移设备到楼层内拆除,施工速度快,安全可靠。

## 三、适用范围

本工法适用于高层建筑连体结构、高空大跨度结构、高层超高层结构造型项目以及底部结构承载能力小、地基软弱的大跨度、重载结构项目施工。

## 四、工艺原理

用军用梁(制式器材)组成的大刚度、大跨度桁架将大吨位施工荷载分担至两边既有结构层,通过对结构层加固使几层结构共同承担大吨位施工荷载,通过等效预压技术消除支撑变形对工程质量的影响,项目完成后充分利用结构本身承载能力,通过导轨滑移至楼内拆除支承系统。

## 五、施工工艺

(一)施工工艺流程(见图 1)

(二)荷载计算

荷载的计算充分考虑军用梁支承平台范围内各种因

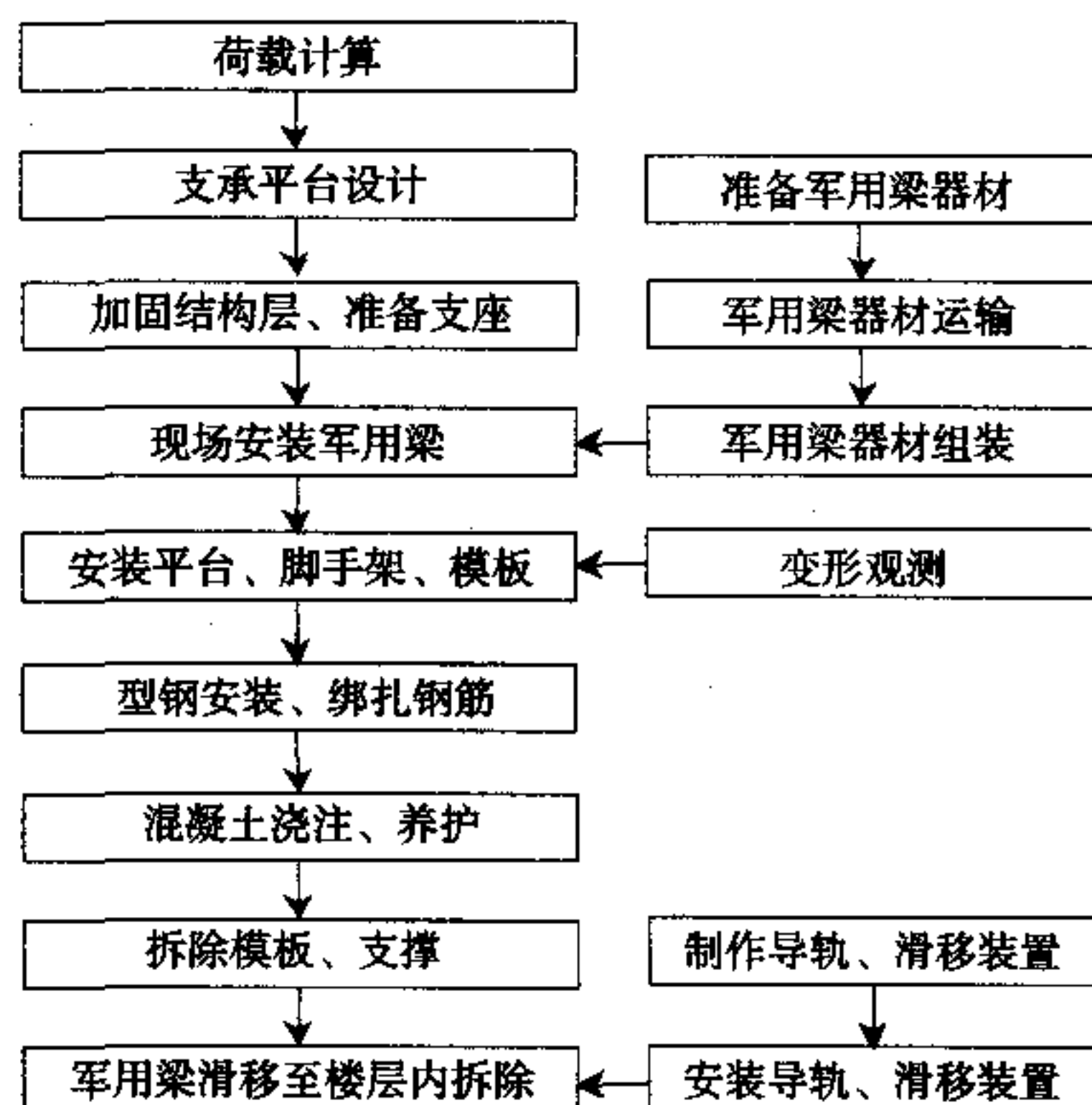


图1 施工工艺流程

素产生的荷载。恒载分项系数定 1.2,活载分项系数定 1.4。

### (三) 支承平台设计

1. 支承平台用六四式铁路军用梁铺设而成。选用时根据施工荷载经计算按《六四式(加强型六四式)铁路军用梁手册》(增订版)提供的性能参数结合工程特点选用。

2. 嘉恒项目实例,见图 2。

经计算连廊部分施工荷载约 6000kN,根据军用梁性能参数对军用梁平台进行受力、变形计算,结合工程特点选用军用梁组合:14 片军用梁,每片由 2 个端构架、2 个标准三角、2 个加强三角、2 根端弦杆、3 根加强弦杆组成,长 20m,受力作用点支座间距为 18m。各片桁架横向通过钢枕和连接系槽钢联结。

连廊结构物位于二十层,作业平台位于十八层楼面。军用梁片就位后,靠近框架柱两侧的必须与框架柱固定,其它的梁片再与之用钢管联结,以防梁片侧向倾覆。梁片间底部用连接系槽钢联结,上部用 16 号钢枕和 1 号 U 型螺栓固定,两根钢枕用专门加工的连接板连接,钢枕间距 1m。枕间满铺一层厚 5cm 脚手板,枕上搭设施工脚手架形成操作平台。

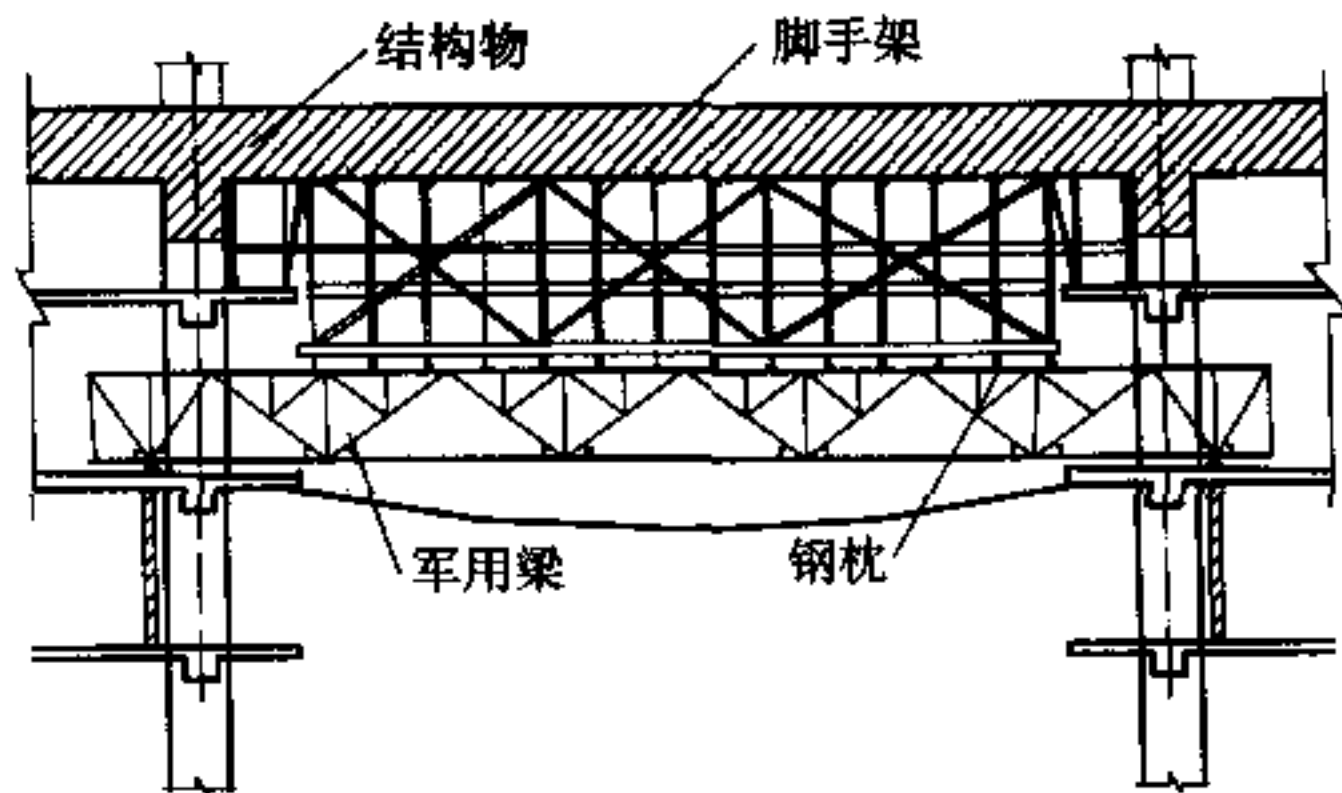


图 2 嘉恒项目作业平台

### (四) 结构层加固

高空、大跨度结构物施工总荷载一般较大,仅靠一层的梁、板无法承受其荷载,因此根据工程具体情况验算确定对支撑平台下多楼层支座的相应位置增加支撑予以加固,使几层楼的梁板共同承载。

### (五) 军用梁现场组装、安装

军用梁的组装、连接在安装楼层楼板上进行,利用塔吊直接吊装就位。军用梁就位时的端部受力支点的下方必须放置专用支座,不得直接坐落于混凝土楼板上。军用梁安装完后,底部用连接系槽钢和 2 号 U 型螺栓联结牢固。

### (六) 支撑平台与脚手架的搭设

见前边嘉恒项目作业平台布置一节内容。

### (七) 钢梁安装、钢筋绑扎

钢梁进入现场后,根据施工方案安装,不得随意更改。钢梁与框架柱节点的处理办法是:框架柱内钢筋在钢梁底面高度范围内增设钢筋接头,上部框架柱主筋依次逐根从钢梁预先打好的孔洞中插入,与下面的柱筋双面焊接连接,如图 3 所示,接头的位置错开 50%。

为了减小军用梁的荷载,空中连廊的所有主、次梁的钢筋均吊挂于梁内的钢骨架上,其它的平台钢筋及电器线管等均架设于模板上。

### (八) 混凝土浇筑

1. 为了尽早发挥劲性梁结构的承载能力,在混凝土中掺加高效早强剂 NF-2,确保混凝土 3 天强度达到设计强度。混凝土浇注完后,未经技术人员允许所有的材料、机械、人员均不得随意进入该区域,以免给操作平台增加额外的荷载。

2. 混凝土分次施工,浇注顺序为:主梁→次梁→混凝土平板。

3. 浇注混凝土时由两台混凝土泵输送,分别从中间主框架梁开始,最后浇注中间平板,浇注平板时沿框架梁方向在其两侧同时对称浇注。布料要均匀、对称,不得过于集中。振捣用行星 50 式震动棒和 30 型震动棒,以保证混凝土的振捣质量。

4. 采取以下手段对结构物线形进行控制:

(1) 根据计算和预压试验,选择等效预压预设拱度等技术措施消除变形对混凝土结构的影响。

(2) 为防止先浇注的框架梁混凝土与工字钢梁间产生空鼓、裂缝现象,在框架梁浇注完变形基本完成后(约 1 小时后),用 30 型震动棒二次对框架梁混凝土进行复振,确保混凝土质量。

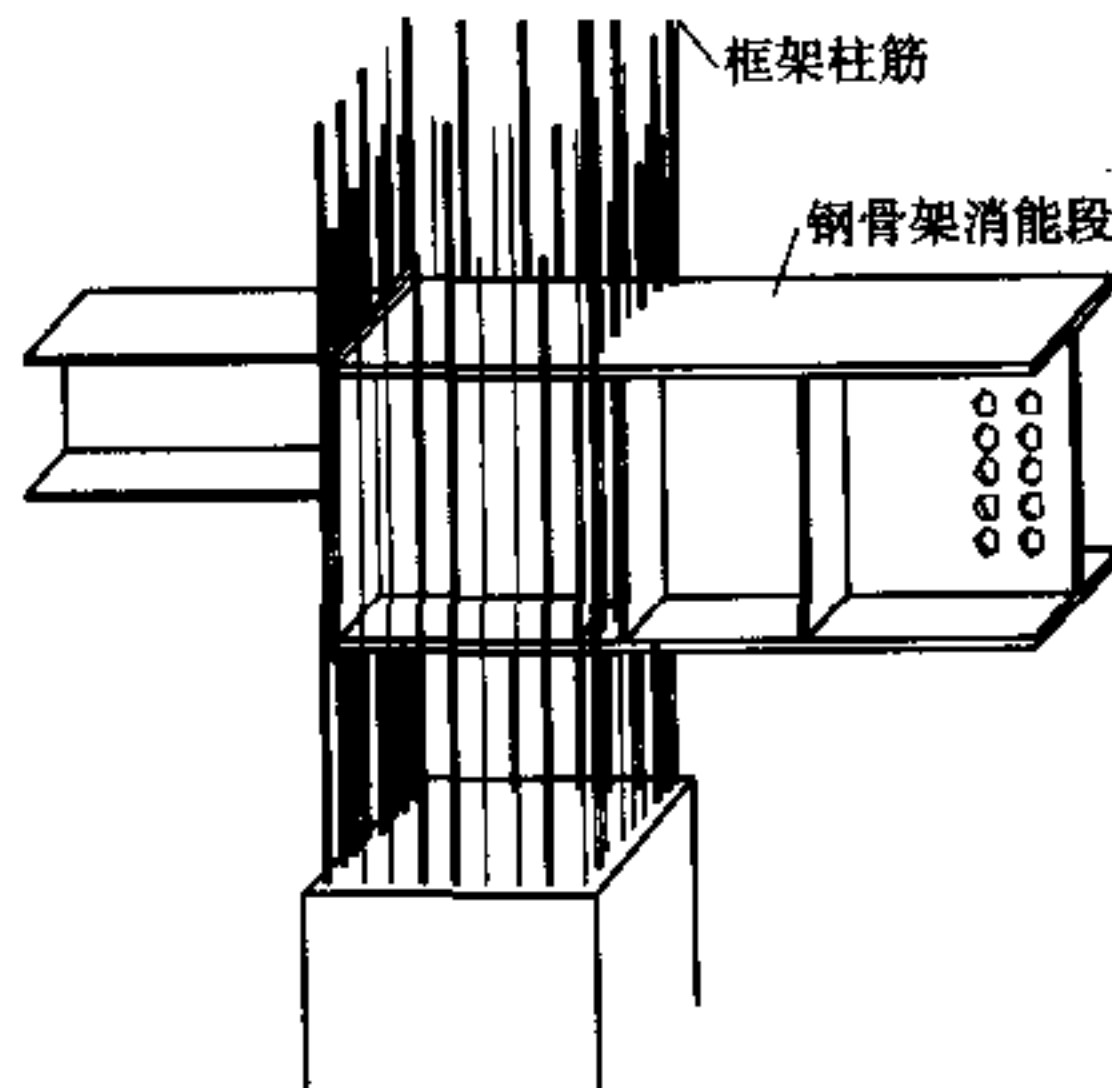


图 3 钢骨架、框架柱节点



(3)根据军用梁安装、支撑平台安装、混凝土浇注等主要施工阶段的变形计算,在楼层内设置变形观测点,由专人进行全过程观测,有效控制各阶段施工过程中的变形。

(九)防护

- 1. 安装好支撑平台后及时满铺厚 5cm 脚手板。
- 2. 操作平台的下方加设一层上铺安全网和密目绿网的防护。所有埋入混凝土的吊环均用  $\phi 16$  钢筋制作,埋入长度不小于  $30d$ ,端部必须有  $360^\circ$  的弯钩。

(十)支撑平台的拆除

- 1. 支撑、模板拆除  
上部两层顶板混凝土强度达到设计强度的 100%、拆除模板、支撑后,拆除连廊结构底部脚手架系统。
- 2. 六四式军用梁拆除  
模板支撑体系拆除、杂物清除后,对连廊顶板作装饰料处理完成后通过导轨、手提葫芦将军用梁片滑移到楼层内,解体运出。

六、机具设备(见表 1)

表 1 机具设备				
序号	名 称	单位	数量	备 注
1	叉车	台	1	钢结构仓库、车间内装卸制式器材
2	轮胎式起重机	台	1	吊装制式器材、钢结构
3	制式器材	片		组装支撑平台
4	塔吊 QTZ80F	台	2	现场吊装军用梁、钢梁
5	慢速卷扬机(20kN)	台	2	支撑平台就位、拆除
6	手动葫芦(50kN)	台	6	支撑平台就位、拆除
7	电焊机	台	4	现场焊接
8	1200kN·m 吊车	台	1	安装过程应急备用
9	导梁	片		一端吊起支撑平台滑移
10	四轮滑移车	台	1	滑移支撑平台
11	混凝土拌合站	台	1	拌制混凝土,根据施工组织设计选用
12	混凝土运输车	台	6	混凝土场外运输,根据施工组织设计选用
13	混凝土输送泵	台	2	混凝土场内运输,根据施工组织设计选用
14	震捣器	台	10	振捣混凝土
15	钢筋切断机	台	1	钢筋加工
16	钢筋调直机	台	1	钢筋加工
17	钢筋弯曲机	台	1	钢筋加工
18	水准仪	台	1	测量
19	激光经纬仪	台	1	测量

七、劳动组织(见表 2)

表 2 劳动组织			
序号	作业班组	工 作 内 容	人数
1	技术组	施工组织设计、管理、测量、技术、安全	10
2	物资组	供应制式器材、材料	2
3	测量组	测量控制	2
4	架子组	搭设脚手架、防护	20
5	制式器材组	支撑平台组装、安装、拆除	10
6	钢结构组	钢结构制作、安装	20
7	模板组	制立模板	20
8	钢筋组	钢筋加工、安装	10
9	混凝土组	混凝土拌制、运输、振捣、养护	8
10	机械组	操作吊装、运输机械	4

八、质量控制

(一)工程施工所用的各种原材料、机具设备的试验检验和验收均执行现行规范和有关标准。

(二)编制施工方案时充分考虑施工荷载、制式器材受力情况,进行平台变形计算、结构层受力验算,确保工程质量。

(三)成立专门观测小组,全程跟踪观测,保证整个施工过程在有效控制下进行。

(四)钢结构、钢筋、混凝土、模板质量控制根据现行规范进行。

#### 九、安全措施

1. 安装、拆除操作平台时,除了由专人统一指挥外,在相应的工作区域内(包括作业平台下方裙房楼顶)必须设立有明显标志的安全警戒线,派专人在各个主要地段(如通道口等)负责看守,防止其他人员误入警戒区域。

2. 在车库顶、18层顶设置塔吊作业有效半径标志点,并有明显的标示。军用梁、钢结构构件运到现场后根据规划定点堆放、安装。起吊、安装、就位有专人指挥。

3. 施工防护与主楼防护同时进行,军用梁完成后对支撑平台底部进行标示。高空作业人员必须系安全带进行作业。

4. 观测小组配备有效通信设备,如发现特殊情况,必须及时通知上面的作业人员撤离,查清原因后,方可继续作业。

5. 塔吊的性能必须良好,各保险装置、限位装置灵敏可靠,吊装过程中必须按操作规程操作,不听违章指挥。

6. 卷扬机就位前必须经检测合格,有防滑装置,各传动部件运行正常,底座与预埋在楼层混凝土内预埋件连接可靠,经安全员验收后,方可运转。

7. 所有钢丝绳必须是符合相应规范标准的合格产品,并附有产品质保书,严禁使用假冒伪劣产品,所有钢丝绳固定端必须扣牢,以免滑动脱落产生事故。

8. 备 1200kN·m 吊车,以做应急之用。

#### 十、技术经济分析

1. 采用本工法组织高空、大跨度劲性混凝土梁施工,工程质量满足规范和设计要求。

2. 本工法所需要的机械设备均为结构施工机械,不需要特殊机械。施工不受下部结构(交通)制约、施工简单方便、安全可靠。

3. 采用该工法组织高空、大跨劲性混凝土梁结构施工,充分发挥制式器材、既有结构的优点,减少了一次性施工投入和周转材料用量,提高了机械化作业程度、降低了劳动强度、缩短了工程工期、降低了工程成本。比普通施工方法劳动强度降低 80%,节约成本 60% 以上。

4. 以嘉恒商务广场为例采用该工法组织 70m 高空、16.4m 跨度、6000kN 荷载劲性混凝土梁施工较普通施工方法节约工程费用 25 万元。军用梁支撑体系为型钢支撑系统费用的 1/5,为普通脚手架支撑系统费用的 1/3。

#### 十一、工程实例

嘉恒商务广场 A、B 座工程位于济南市二环东路与山大南路交叉口,是一座集商务、办公、娱乐、住宅于一体的高层建筑。两塔楼之间 20 层至 25 层(高 67.2~82.7m 间)设置 5 层空中劲性混凝土梁连廊,连廊底标高 67.2m,连廊平面尺寸 16.4m×27.0m,设在两塔楼的框架柱之间,连廊的两根劲性主梁截面为 600mm×1150mm,梁跨为 16.4m。劲性主梁之间设五根断面为 350mm×650mm 劲性次梁作为联系梁,间距为 3.25m,平台板厚 150mm。结构施工总荷载 6000kN。

连廊底部为裙楼,无法承受上部大吨位荷载,施工中采用 14 片军用梁,长度为 20m,受力作用点支座间距为 18m。各片桁架横向通过钢枕和连接系槽钢进行联结,组成支承平台,支座直接坐落在经混凝土柱和组装加强柱加固的楼层内。通过在连廊底部设置工字钢导轨、滑移设备,用手动葫芦牵引到楼层内拆除。采用该工法组织高空、大跨、重载结构连廊施工工程质量满足规范要求,施工速度快,方便,经济,安全可靠,受到了建设、监理和济南市有关部门的好评。

执笔:王佃效 李海东 王建伦 王爱国 孙继民