

图 5.26.2 所示。

(2) 注浆深度 坑内注浆深度为板底向下 6.0m, 坑四周为地下室底板向下 8.0m。如图 5.26.3 所示。

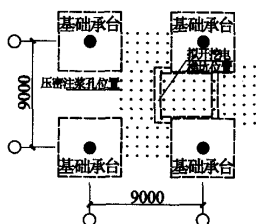


图 5.26.2 注浆平面布置图

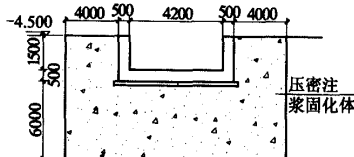


图 5.26.3 注浆固结范围剖面图

(3) 注浆液的配制 注浆前先进行室内浆液配比试验和现场注浆试验,以确定设计参数和检验施工方法及设备。根据现场试验确定采用水泥砂浆浆液,配比为 P·O32.5 级水泥内掺 3% 水玻璃,水灰比为 0.6,水泥用量  $200\text{kg}/\text{m}^3$ 。浆体应经过搅拌机充分搅拌均匀后才能开始压注。在注浆过程中要不停地搅拌,以防止发生沉淀。

(4) 注浆 注浆从中间向四周逐层扩散,注浆压力为 7MPa,流量为  $7\sim 9\text{L}/\text{min}$ 。注浆由下向上进行,注浆时每次上拔高度为 0.5m。

(5) 注浆孔的封堵 每个孔注浆结束时用木塞将注浆孔进行临时封堵。

(6) 检测 注浆结束 28d 后,将注浆孔逐个打开,用钢钎检查注浆液的凝固情况,用静力触探仪对土质进行检测,发现有漏注的情况进行补注。

(7) 打入钢管 在坑四周注浆孔内打入  $\phi 45 \times 3.5$ 、 $L=6\ 500$  的钢管。

(8) 开凿 首先对地下室的底板进行凿除,剪断板上层钢筋网片,保留板下层钢筋网片,并对其变形情况进行观察。待变形趋于零时,切除底层钢筋网片,开挖土方。

(9) 土方开挖 土方开挖后无渗水现象,开始进行电梯机坑的施工。在坑底留集水坑,放一真空泵用于混凝土凝固期间排水,以减小水压。混凝土凝固后用快硬水泥胶浆封堵。

#### 5.26.4 结束语

本工程共压密注浆  $112\text{m}^3$ ,用水泥 55t,造价低廉。现电动扶梯已安装成功,使用 3 年无渗漏现象。

钱伟<sup>1</sup> 陈东<sup>2</sup>

(1 江阴市城镇建设综合开发有限公司;2 盐城明盛建筑加固改造技术工程有限公司)

## 5.27 用新技术改建钢楼梯及加固混凝土工程

### 5.27.1 工程概况及改造缘由

中国京剧院综合业务楼位于北京市西城区平安里大街南侧,2003 年 5 月设计,2004 年底土建主体工程竣工,2005 年进入装饰期。该楼共 12 层,其中地下 3 层,采用 C40 混凝土;地上 9 层为框架剪力墙结构,采用 C35 混凝土。圆钢型号为  $\phi$ -HPB235,螺纹钢型号为  $\phi$ -HRB335。电梯设在中央大楼主楼最东端的第 1~2 轴与①~⑥轴之间。第 1~2 层和第 2~3 层层高均为 4.2 m,

原设计第1、2层为酒店,第3层为宾馆套房。业主要求将第3层楼的宾馆套房全部改为与第1、2层楼完全相同的酒店,改造部位是与电梯井相邻的第2~3轴与©~⑩轴之间的4号钢筋混凝土楼梯井(简称4号楼梯井)内的第1~2层的楼梯井井顶,要求将其楼梯延至第3层。

### 5.27.2 新技术方案

改造前,针对为什么要加固、用什么方案加固、怎样加固才能确保钢楼梯的稳定和安全进行了探索,对其系列难点进行了分析论证。在多个加固改造方案比较选择的基础之上,挑选并实施了“综合利用加固新技术建造钢楼梯方案”(以下简称“新技术方案”)。

#### 5.27.2.1 为什么要加固

要想将图 5.27.1 中阴影部分的钢筋混凝土楼板拆除,在此处设置钢楼梯,就必须要在图 5.27.2 中的 JGL-1 梁的位置(钢筋混凝土楼板切割边缘)增设 JGL-1 次梁。设计按图 5.27.2 增设钢楼梯,则在高程为 8.35m、板厚为 120mm 第3层楼地面板切割边(⑤、⑥节点处)上,其力的传递路径,如本文 5.27.3.7 节所述。在图 5.27.2 中,钢楼梯的钢梁、柱在①、②、③、④节点未植螺杆粘接钢板之前,没有预埋金属钢板,无法与钢楼梯钢梁、柱连接。如果不设 JGL-1 次梁,钢楼梯的钢梁第⑤、⑥钢节点就无法与图 5.27.1 中拟切除 120mm 厚的 3 层楼地面的 C35 钢筋混凝土楼板切割边连接。加之业主要求在 20d(施工期气温为  $-8 \sim 0^{\circ}\text{C}$ ,正是北京的冬天)以前必须完成改建楼梯的任务并交付使用。用普通混凝土在露天为  $-8 \sim 0^{\circ}\text{C}$  气温下施工,养护时间 20d,混凝土的抗压强度是达不到设计轴心抗压强度的,即用普通混凝土在 20d 内建造钢楼梯方案是行不通的,必须寻找新方案。

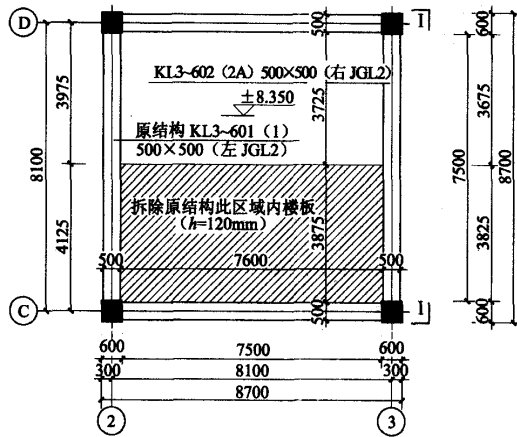


图 5.27.1 拟新增 4 号楼梯原结构第 3 层钢筋混凝土楼板拆除平面图  
(注:原结构 3~6 层顶框架梁配筋平面图均相同)

由分析可知,要在图 5.27.1 阴影部分拆除原钢筋混凝土楼板尽快建造钢楼梯,就必须要对原结构进行加固改造、探索新技术方案,进行方案优选。

#### 5.27.2.2 加固方案选择

经内力分析计算与加固改造方案筛选,决定拟采用“新技术方案”(图 5.27.2)。挑选 HGM-2 材料代替普通混凝土现浇 JGL-1 次梁,在 JGL-1 次梁两端与左右 2 根 JGL-2 梁交汇处植筋,在 JGL-1 次梁底部受拉区配置 5 根  $\phi 25\text{mm}$  螺纹钢筋,梁顶面(板顶)另设抵抗负弯矩的薄钢板(用粘

钢胶粘贴钢板)一层;在左右 2 根 JGL-2 梁梁底粘贴两层碳纤维布加固;设想将连接钢筋混凝土结构的钢楼梯第⑤~⑥节点的钢板预埋在 JGL-1 次梁里,再用灌浆料质量的 12%~15%的加水量拌制 HGM-2 高强无收缩微膨胀灌浆料(以下简称“HGM”)现浇 JGL-1 次梁,使钢楼梯⑤、⑥钢筋混凝土节点的预埋钢板外露,便于与钢楼梯交汇处的钢梁焊接。在第①、②、③、④节点处,原钢筋混凝土梁(或柱)所对应的混凝土部位每处各钻 4 个孔,用建筑结构植筋胶在每处各植 4 根 M20 丝杆,在每块钢板上按图纸尺寸放线各钻 4 个孔(下料钢板尺寸分别为 250mm×300mm×12mm、300mm×300mm×12mm、250mm×300mm×12mm、400mm×400mm×12mm),将钢板上的孔与丝杆对准后把钢板套在丝杆上,用螺丝帽压丝杆夹紧钢板;再将钢楼梯的钢梁与①、②、③、④、⑤、⑥各钢节点焊接牢固;最后,在钢板各节点处与原结构梁(或柱)钢筋混凝土表面孔隙内灌建筑结构粘钢胶。具体做法,详见本文 5.27.3.10 节。确保混凝土表面与各节点钢板之间的空隙填充密实,使混凝土表面与钢板可靠地连接成一个整体,可大幅提高梁、柱的承载力。现场各项试验检测结果证明,拟定方案可以达到稳定、安全、可靠的效果。经实践检验,该“新技术方案”是成功的。

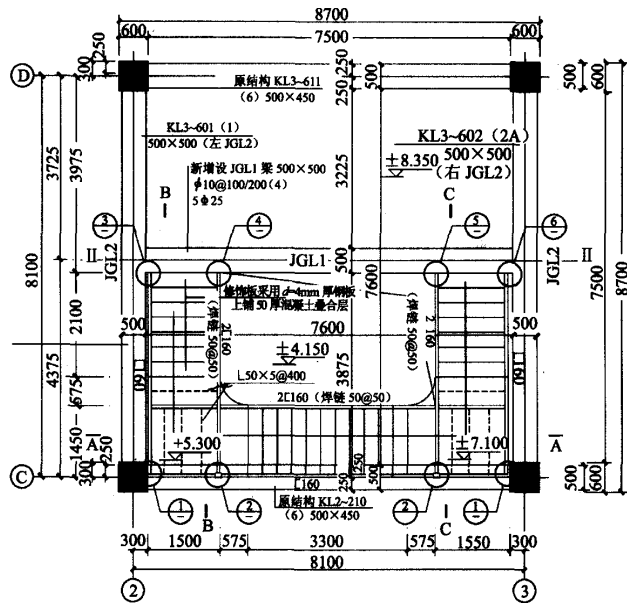


图 5.27.2 在切除楼板处拟新增设 4 号钢楼梯后的加固平面图  
(注:原结构 3~6 层顶框架配筋平面图均相同)

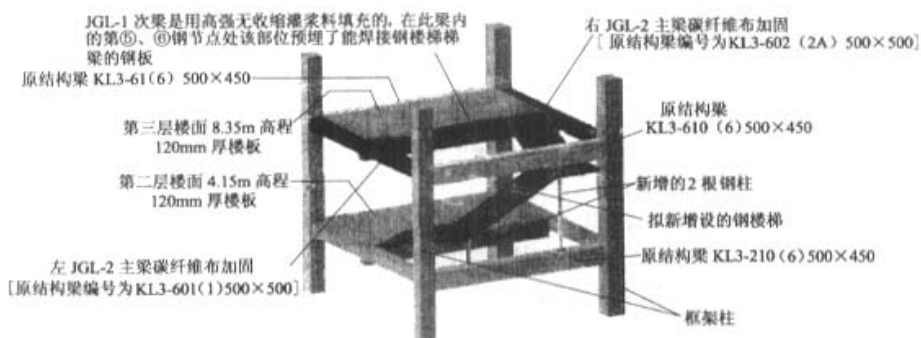
### 5.27.3 具体措施及做法

具体措施的主要内容包括:切除原结构框架梁格内的钢筋混凝土楼板;内力分析计算与复核;增设 JGL-1 梁;填充 HGM 高强无收缩微膨胀灌浆料;植筋;预埋钢板;碳纤维布加固原钢筋混凝土框架结构中的部分主梁(JGL-2);膨胀螺栓锚固梁顶面抵抗负弯矩的胶粘薄钢板;用建筑结构胶种植螺丝杆;在钢板上钻孔,并将钻孔钢板套在丝杆上拧紧螺帽,压紧钢板与钢楼梯梁焊接;向钢板节点与混凝土表面空隙内灌注粘钢胶粘贴钢板等。综合利用这些新技术,按照“中国京剧院结构改造工程施工图”施工,提前 5d(业主计划 20d)完成了增建钢楼梯的设计与施工及竣工验收

收和交付使用的全部工作。现将其做法分述如下：

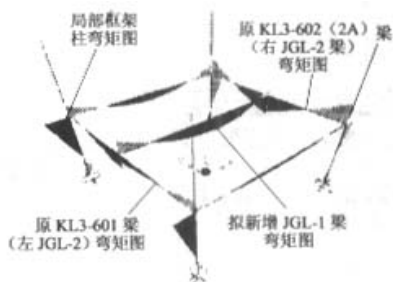
### 5.27.3.1 拆除原框架梁格内钢筋混凝土旧楼板

切除图 5.27.1 中 7 600mm × 3 875mm 阴影面积, 形成新的孔洞(即“天窗”), 利用“天窗”洞口空间把新设计的钢楼梯从二楼楼面 4.15m 高程升至第 3 层楼面 8.35m 高程, 进入第 3 层(如图 5.27.3a 所示)。



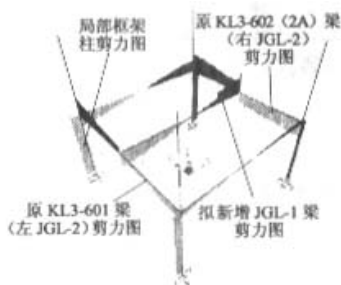
(a) 拟定增设 4 号钢楼梯第 2~3 层局部框架结构三维立体模型梁、板、柱位置示意图

(注: 由原结构图知 3~6 层顶的框架梁配筋平面图均相同)



(b) 拟定增设 4 号钢楼梯第 2~3 层局部框架结构三维立体模型梁、板、柱中的 JGL-1,

左右各 1 根 JGL-2 梁弯矩示意图



(c) 拟定增设 4 号钢楼梯第 2~3 层局部框架结构三维立体模型梁、板、柱中的 JGL-1,

左右各 1 根 JGL-2 梁的剪力示意图

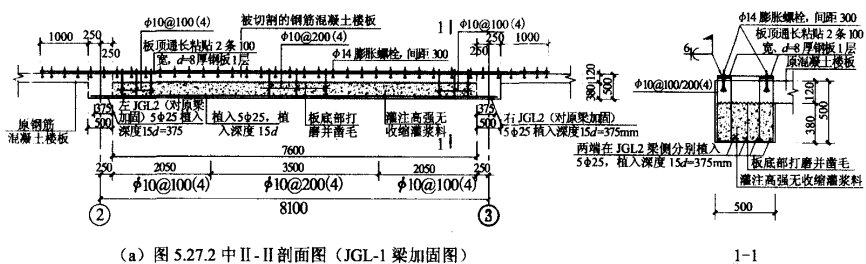
图 5.27.3 示意图

### 5.27.3.2 框架结构受力分析计算

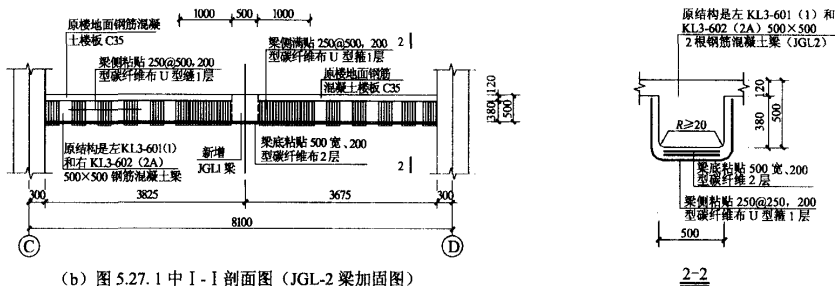
根据原中国京剧院综合业务楼结构施工图总说明和相关技术参数,用 PKPM 软件对原框架结构改造前框架梁的内力进行了分析计算;再用 PKPM 软件对原框架结构改造后(切除楼板板之后)梁的内力又进行了分析计算与复核;最后,用通用有限元软件进行了核校。用计算机求出 4 号楼梯井第 3 层框架梁格内(已拆除混凝土楼板形成钢楼梯的)楼梯洞口处框架梁局部支座正负弯矩、跨中最大弯矩、剪力值的计算结果,可参见图 5.27.3(a)、(b)、(c)。经过对框架梁格内力分析计算与复核得知:若要在该处建造钢楼梯,必须进行补强与加固。

### 5.27.3.3 增设 JGL-1 次梁,粘贴碳纤维布加固 JGL-2 主梁

对图 5.27.1 中(切割边缘)拟设 500mm 宽、JGL-1 梁的位置的混凝土楼板强度进行了强度计算与复核,此处 120mm 厚 C35 钢筋混凝土楼板的强度不能承受钢楼梯和 3 层楼面酒店荷载(活载、恒载、集中荷载),若在此处改建钢楼梯就必须要在图 5.27.2 中 JGL-1 次梁处增设 JGL-1 次梁。在图 5.27.1 中,如果不设 JGL-1 次梁,那么在只有 120mm 板厚的切割边上就不能预埋钢板(因为钢板宽 400mm,大于旧混凝土楼板厚度 120mm),没有预埋钢板也就无法焊接第⑤、⑥钢节点 2 根钢梁的端部。为确保钢梯梁与已切割洞口处第 3 层楼地面钢筋混凝土结构牢固地连接成整体,共同抵抗负弯矩和剪力与扭矩,经过内力分析与计算得出了在 JGL-1 次梁内配筋的结论,如图 5.27.3(a)、5.27.4(a)所示。经设计计算得知:在 JGL-2 左右 2 根主梁的梁底设计粘贴两层碳纤维布[即原结构左 KL3-601(1)500×500 和右 KL3-602(2A)500×500,简称“JGL-2 梁”]加固 JGL-2 主梁是偏于安全的,如图 5.27.4(b)所示。



(a) 图 5.27.2 中 II-II 剖面图 (JGL-1 梁加固图)



(b) 图 5.27.1 中 I-I 剖面图 (JGL-2 梁加固图)

图 5.27.4

### 5.27.3.4 用 HGM 材料速成 JGL-1 梁

根据 HGM 材料的性能和特点,选用 HGM 材料填充 JGL-1 梁。图 5.27.4(a) 1-1 剖面中 120mm 厚旧混凝土楼板板底以下至梁底之上(其灌浆层厚度  $\sigma \geq 150\text{mm}$ )均选用 HGM-2 填充,并在其填充的上表面与旧楼板板底之间的缝隙用 HGM-1 填充,如图 5.27.4(a) 1-1 剖面图所示。这

是因为这个缝隙的灌浆层厚度  $\sigma < 30\text{mm}$ ,故选用 HGM-1 自流平自密实早强高强无收缩微膨胀灌浆料填充。试验证明,HGM 材料 3d、7d、28d 的抗压强度分别大于 30MPa、50MPa、60MPa。利用材料早强的特性速成了 JGL-1 次梁。

### 5.27.3.5 种植钢筋及工艺流程

根据现场植筋试验结论:植筋 12h 后钢筋锚固抗拔承载力现场非破坏性检验合格。其工艺流程为:

#### (1)现场植筋

从图 5.27.4(a)中可知,JGL-1 次梁的底部受拉区配 5 $\Phi$ 25 螺纹钢筋承担抵抗弯矩,JGL-1 次梁两端的 5 $\Phi$ 25 螺纹钢筋分别种植在 2 轴和 3 轴左右各一根 JGL-2 梁身内侧(JGL-1 次梁与 JGL-2 主梁的交汇处)。植筋养护期后(3d 左右),按图 5.27.4(a)所示再向(图 5.27.1 中保留的板的切割边边缘 500mm 宽的拟现浇的 JGL-1 梁与之对应的旧楼板的位置)已钻穿的钢筋混凝土旧楼板的孔内穿插 4 肢箍筋,即 4 $\Phi$ 10@100(4)。箍筋安装后再与 5 $\Phi$ 25 螺纹钢筋纵筋绑扎及焊接,做成 JGL-1 次梁钢筋骨架笼,如图 5.27.4(a)中 1-1 剖面所示。

#### (2)工艺流程

基面清理→划定位线→钻孔→清孔→孔径孔深验证→干燥清孔→清洗钢筋→配胶→向孔内灌胶→向孔内旋转插筋→固定养护。

### 5.27.3.6 在 JGL-1 次梁中预埋焊接钢楼梯梁第⑤、⑥钢节点钢板

从图 5.27.2 中 C-C 剖面(从略)可知,在第 3 层楼面 8.35m 高程处,JGL-1 梁按第⑤、⑥钢节点详图将连接钢楼梯钢梁的预留竖直钢板(垂直钢板焊接多根锚固钢筋)埋在用高强灌浆料掺水拌制高强混凝土现浇填充的 JGL-1 次梁的外侧,以便于与钢梁焊接。

### 5.27.3.7 用碳纤维布加固 C35 钢筋混凝土原结构 [KL3-611(6)、KL3-602(2A)] 左右各 1 根 JGL-2 主梁

#### (1)JGL-2 梁底粘贴 2 层碳纤维布

JGL-1 梁承受第 3 层楼面静、活荷载和钢楼梯的部分集中荷载,这些荷载均由 JGL-1 次梁传递给 JGL-2 主梁,再由 JGL-2 主梁传递给框架柱。经过分析比较,拟采用碳纤维布补强加固 JGL-2 主梁。根据《碳纤维片材加固混凝土结构技术规程》中第 4.1.1~4.5.2 条规定,经计算确定 JGL-2 主梁梁底设计粘贴两层碳纤维布,即可满足强度和刚度的要求,如图 5.27.4(b)所示。

#### (2)按图 5.27.4(b)施工,按规范验收

根据《碳纤维片材加固混凝土结构技术规程》第 5 章规定,用碳纤维布加固了 2 根 JGL-2 主梁(图 5.27.2);并根据该规程第 6 章规定,通过了检验与验收。

### 5.27.3.8 用粘胶薄钢板抵抗膨胀螺栓锚固梁顶面的负弯矩

图 5.27.4(a)中 JGL-1 次梁的上部受拉区(板顶)另设有 2 条通长 100mm 宽,  $d = 8\text{mm}$  厚抵抗负弯矩的钢板(用粘钢胶粘贴钢板)一层。为了保证钢板与混凝土共同工作,提高粘接质量,在钢板和原钢筋混凝土楼板上钻孔预埋间距为 300mm 膨胀螺栓 M14。在该钢板上涂一层粘钢胶,待涂好粘钢胶后,再将已钻孔的钢板套在相应的膨胀螺栓上,拧紧螺帽,使钢板紧贴原钢筋混凝土楼板上,并用 4 肢箍筋[即 4 $\Phi$ 10@100(4)]套牢 2 条通长 100mm 宽,  $d = 8\text{mm}$  厚薄钢板。为防治钢板生锈,在钢板表面先用建筑结构胶粘结一层粗砂,再在楼板(JGL-1 梁上部的旧楼板)上面抹 1:3 水泥砂浆 20mm 厚,使用 HGM 材料填充 JGL-1 梁(该梁上部的旧楼板下面需填充部分),使之形成一个整体。

### 5.27.3.9 对焊接节点处厚钢板穿孔,并套在种植的丝杆上,用螺帽夹紧钢板后与钢楼梯梁焊接

图 5.27.2 中各节点新种植的胶粘钢板均为 12mm 厚钢板。图 5.27.2 中原钢筋混凝土结构

梁和柱①、②、③、④节点处(⑤、⑥节点除外,因为⑤、⑥节点的连接钢板背面,焊接锚筋群后放入 JGL-1 内与 HGM 材料生成为一个整体),均按每个钢节点大样详图种植了 4M20 丝杆,按各节点详图中的尺寸在大块钢板上划出切割小块钢板的边线,在小块钢板上按图纸尺寸放线,确定钻孔位置,再沿钢板边线切割下料钻孔,把钻好孔的钢板孔位对准后套穿在丝杆上用螺帽压紧钢板并固定,再把钢楼梯中的钢梯梁、钢梯柱与钢筋混凝土结构①、②、③、④、⑤、⑥节点连接的钢板焊接。按图 5.27.2 中新增钢楼梯各部位尺寸和 A-A、B-B、C-C 剖面(从略)图尺寸,将钢楼梯梁、柱与新增①、②、③、④各节点钢板焊接,钢楼梯就基本上做成了。

#### 5.27.3.10 注入灌缝胶粘贴钢板

首先,将图 5.27.2 中 A-A、B-B、C-C 剖面(从略)①、②、③、④节点处钢板与钢梯梁焊接,然后将螺帽拧入丝杆上用螺帽压紧节点钢板后,节点钢板与混凝土表面结合处均有空腔缝隙,可用 901 快速堵漏剂将每个节点上的每块钢板边的(左、右、底)三边与混凝土表面之间形成的缝隙堵死,再用注胶器从钢板顶边向钢板与混凝土之间的缝隙空腔内灌粘钢胶粘贴钢板。

钢楼梯做成后,按《钢结构焊接规范》验收,验收合格即可交付使用。

#### 5.27.4 结 论

采用综合新技术加固改造措施,在对原旧工程进行加固改造的同时,同步建造钢楼梯,实施拟定“新技术方案”是可行的。试验证明,其钢筋混凝土结构偏于安全,是坚固可靠的。其主要佐证内容包括:

(1)《混凝土结构技术规范》(CECS 25:90)第 2.2.4 条规定:混凝土结构加固所用的混凝土强度等级,设计时宜比原结构构件的设计混凝土强度提高一个等级,且不低于 C20。该工程原结构混凝土强度等级为 C35,大于 C20;用 HGM 材料现浇 JGL-1 次梁,3d 龄期标养试块抗压强度,较普通 C35 混凝土标养试块的抗压强度至少提高了 2 个等级(C35 小于 C45、C55)。

(2)JGL-1 次梁用 HGM 材料代替普通混凝土现浇可缩短 7 倍工期。建造该钢楼梯的起止时间是 2005 年 11 月 16 日~12 月 1 日,正是北京的冬季,施工气温为  $-8\sim 0^{\circ}\text{C}$ 。结合试块试压结果和本文拆模时间参数,实际只用了 4d(96h)就拆除了梁长 8 100mm、截面尺寸为 500mm $\times$ 500mm 的 JGL-1 次梁梁底底模,缩短了抢建钢楼梯的工期。实际完成时间只用了半个月,较普通混凝土标养 28d 龄期缩短 13d,与业主要求的 20d 提前 5d 完成;

(3)HGM 材料与打毛后的普通混凝土表面粘结强度更高。

(4)将 JGL-1 梁底部受拉区配制的 5 根  $\phi 25\text{mm}$  螺纹钢筋两端均植入 JGL-2 梁内。用建筑结构植筋胶植此钢筋。12h 锚固抗拔承载力现场非破坏性检验结论:“三层 JGL-2 主梁梁侧节点化学植筋锚固抗拔承载力现场非破坏性检验,A 组试件现场抗拔承载力实测平均值为 150.0kN,超过非破坏性检验荷载值( $0.9A_s f_{yk}$ )147.9kN,在非破坏性检验荷载下混凝土基材无裂缝、植筋无滑移等宏观裂损现象,所检项目合格”,如表 5.27.1 所示。

(5)对图 5.27.2 中①~④各个节点种植的丝杆进行钢筋锚固抗拔承载力现场非破坏性检验,其结果与表 5.27.1 中的结论相同(检测结果表从略)。

(6)将螺帽拧入①、②、③、④各节点种植的丝杆上,与预设的已钻好孔的钢板固定压紧后再和钢楼梯的钢梁焊接,钢梯梁、柱与连接钢板焊好后,再用 901 快速堵漏剂堵死①、②、③、④各节点钢板三边缝。由表 5.27.1 可知,采用按规定比例配制的粘钢胶灌空腔,建筑结构粘钢胶粘钢与混凝土两种材料的粘接强度试验值均大于设计值和标准值,粘钢胶粘接钢板与混凝土的粘接强度更高。

表 5.27.1 12h 锚固抗拔承载力现场非破坏性检验

试件材质	植筋直径:螺纹钢 $\phi 25\text{mm}$	粘接材料:ZHG-1 型植筋胶	试件数量:1×3
	混凝土基材:C35		
检测项目	锚固抗拔承载力现场非破坏性检验	环境温度:13℃	湿度:15%RH
检测依据	《混凝土结构锚固技术规程》 (JGJ 145—2004)	加载方式:连续加载	检测设备:建科院生产的 LB-500kN 型拉拔器

现场试样检测数据及结果

植筋位置	植筋方向	试件编号	植螺纹钢 直径(mm)	混凝土基 材等级	胶浆外观 固化情况	锚固深度 (mm)	抗拔承载力 (kN)	锚固端状态
第3层2根 JGL-2 梁侧 边节点	水平	A1	$\phi 25$	C35	牢固	375	150.0	混凝土基 材无裂缝, 植筋无滑 移
		A2						
		A3						

(7)在 JGL-1 次梁(靠楼梯井)外侧混凝土表面预埋了⑤、⑥节点的钢板,已与钢楼梯梁连接。将 6 根  $\phi 20\text{mm}$ 、长 350mm 锚筋一端弯成半圆形弯钩,另一端与⑤、⑥节点的钢板背面焊接成一个整体,将其放入 JGL-1 次梁⑤、⑥节点处的钢筋骨架中,用 HGM 材料填充 JGL-1 次梁,检测试验结果表明:钢筋在 HGM 材料中的握裹力强度值(不低于 6MPa)大于设计值和标准值。由本文 5.27.3.7 节知,碳纤维布加固钢筋混凝土梁正截面承载力按《碳纤维片材加固混凝土结构技术规程》中的计算公式,计算确定粘贴两层碳纤维布,其设计值与试验值吻合较好,且有一定的安全储备,可以满足工程设计要求。

龚金京 赵启明

(清华大学土建工程承包总公司)

## 5.28 某商场地下室底板开设电梯井施工

### 5.28.1 工程概况

某商场建于 1992 年,为全现浇钢筋混凝土框架-剪力墙结构,横向框架采用部分预应力钢筋混凝土框架,纵向为普通钢筋混凝土框架,整个建筑按抗震烈度 7 级进行设防。建筑物地下 1 层,地上 6 层,地下室为钢筋混凝土结构,局部为六级人防区域。根据经营需要,在一层与地下室之间增设一部电动扶梯,需在地下室底板(标高 -4.500m)开凿一个长 4.6m、宽 4.2m、深 1.55m 的电动扶梯井。因地下水位较高,商场新建时出现管涌现象,电动扶梯井开挖时可能有流砂、管涌等情况发生。

### 5.28.2 方案设计

经查阅地质勘测资料,拟开挖部分及以下 7~9m 为淤泥质粉质黏土,初步拟定方案如下:

- (1)沉井施工 沉井施工经济简易,四周防护较好,但无法控制底面出现的管涌、流砂。
- (2)井点降水 通过一级或二级,甚至四级、五级井点降水,可满足降水深度要求,但同样无法控制沉井施工中可能出现的问题。
- (3)地基压密注浆 通过对需要开挖的地基注浆加固,在开挖坑的四周和底面形成一个整体