

# 结构加固设计总说明

## 1. 工程概况

### 1.1 工程概况:

本工程为医疗综合楼地下车库夹层加固工程。该建筑地上十六层，地下三层框架剪力墙结构（B3 层至 B2 层合夹层），建造年代约2014年。车库为地下四层全自动垂直提升式机械立体停车库，出入口设于负二层，总车位 292 个(A 库 62 个车位对应 180 个车位, B 库 48 个车位对应 112 个车位),2017 年 6 月正式启用。车库投用后受混凝土楼板变形影响，部分区域出现标高偏差，与机械搬运设备形成高度差，导致合计 142 个车位无法正常停放车辆。现根据业主方提供的由上海检测测试技术服务有限公司出具的《南京市口腔医院地下车库楼板结构专项检测》，对标高为-11.20m、-13.40m、-15.60m 区域发形的楼板进行加固处理（具体变形数据和位置详见平面图）。本次仅对以上区域的地下车库停车位楼板进行加固，不涉及主体系、柱验算，也未改变主体结构总体荷载。本次加固施工，业主方要求同时对现状地下室局部存在的渗漏进行处理。

### 1.2 自然条件

#### 1.2.1 基本风压Wo=0.40kN/m²

#### 1.2.2 基本雪压so=0.65kN/m²

#### 1.2.3抗震设防烈度:7 度(0.10g)，设计地震分组第一组,特征周期值 0.35s。建筑场地土类别:Ⅲ 类。

### 1.3 加固后建筑结构的设计使用年限: 延续原设计使用年限(年限到后须进行可靠性鉴定,合格后方可继续使用)。

### 1.4 建筑抗震设防类别: 重点设防类别 乙类。

## 2. 本工程设计遵循的主要标准、规范、规程

- 《建筑结构可靠性设计统一标准》 (GB50068—2018)
- 《建筑荷载规范》 (GB50009—2012)
- 《混凝土结构设计规范》 (GB50010—2010—2015年版)
- 《建筑抗震设计规范》 (GB50011—2010) (2024年版)
- 《混凝土结构加固设计规范》 (GB50367—2013)
- 《混凝土结构后锚固技术规范》 (JGJ145—2013)
- 《纤维增强复合材料工程应用技术标准》 (GB50608—2020)
- 《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》 (GB50728—2011)
- 《建筑结构加固施工图设计表示方法》 (07SG111—1)
- 《建筑结构加固施工图设计深度图样》 (07SG111—2)
- 《混凝土结构加固构造(总则及构件加固)》 (13G311—1)

- (a) 除上述所列外，本工程施工尚应执行国家、部委及地方制定的设计和施工的现行标准、规范、规程和规定；
- (b) 当上述标准由新版版本取代图纸选用的版本时，施工时应执行最新有效版本；
- (c) 当检测验收要求指标值在上述不同规范规程中的要求不一致时，应以较严格要求为准。

## 3. 本工程设计遵循的主要依据

- 3.1 上海检测测试技术服务有限公司出具的《南京市口腔医院地下车库楼板结构专项检测》
- 3.2 业主提供的原始结构图（电子版）

## 4. 设计采用的均布活荷载标准值

- 4.1 荷载依据规范及原设计要求取值（kN/m²），见下表

| 部 位   | 停 车 库 |  |  |  |  |
|-------|-------|--|--|--|--|
| 活 荷 载 | 4.4   |  |  |  |  |

注：考虑冲击荷载后，停车位活荷载原设计放大1.1倍。

## 5. 材料说明

- 5.1 碳纤维布采用Ⅱ级，其安全性能指标必须满足相关标准要求，并出具有效的检测报告。

- 5.1.1 本工程加固采用高强度碳纤维布，弹性模量不小F230GPa，抗拉强度标准值不小F3400MPa,单层厚度0.167mm，其性能指标应符合国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB50367—2013第4.3节要求。
- 5.1.2 严禁使用单位面积质量大于300g/m²的碳纤维布或预浸法生产的碳纤维织物。
- 5.1.3 加固用碳纤维应选用聚丙酰胺基不大于15K的连续丝束纤维。
- 5.1.4 纤维复合材料抗拉强度标准值，应根据置信水平为0.99、保证率为95%的要求确定。对符合安全性要求的纤维复合材料或碳纤维复合板材，当与其他结构胶黏剂配套使用时应对其抗拉强度标准值、纤维复合材料与混凝土正拉黏结强度和层间剪切强度重新做匹配检验。
- 5.1.5 结构加固用的纤维复合材料的安全性必须符合国家标准GB50728的规定。
- 5.1.6 碳纤维织物(碳纤维布)、碳纤维预成型板(板材)以及玻璃纤维织物(玻璃纤维布)应按工程用量一次进场到位。纤维材料进场时，施工单位应会同监理人员对其进行检查，同时应对其性能和质量指标进行见证取样复检。

### 5.2 胶黏剂

- 5.2.1 承重结构用的胶黏剂，必须进行安全性检验。检验时，其黏结抗强度标准值应根据置信水平c=0.90、保证率为95%的要求。
- 5.2.2 外贴型树脂用胶黏剂和植筋锚固胶黏剂必须采用专门配制的改性环氧树脂胶黏剂，其安全性能指标应分别满足表5.2—1、5.2—2的规定，并应具有合格的检测报告。
- 5.2.3 种植锚固件的胶黏剂，其材料必须在工厂制胶时添加，严禁在施工现场掺入；承重结构加固用的胶黏剂，其环氧树脂抗老化性能必须经湿热老化检验合格；加固用的胶黏剂必须通过毒性检验；承重结构用的胶黏剂严禁使用乙二胺作改性环氧树脂固化剂，严禁添加挥发性有毒溶剂和非反应性稀释剂。胶黏剂需进行耐久长期抗压检验。
- 5.2.4 承重结构加固工程不得使用不饱和聚酯树脂、醇酸树脂等作浸渍、黏结胶黏剂。
- 5.2.5 碳纤维步用胶黏剂满足表5.2—3的规定。
- 5.3 钢板材质:钢板材质除注明外均采用Q355B钢，型钢材质均使用Q235B，钢材必须具备出厂证明，并有屈服强度及含碳量的合格保证。
- 5.4 螺栓等级为C.8级，应提供权威机构检测报告证明螺栓的抗拉强度、伸长率、硬度和化学成分满足相关标准要求。

表5.2—1 以混凝土为基材，粘钢钢板用结构胶基本性能鉴定标准

| 检 验 项 目   |                     | 检 验 条 件                               | 鉴定合格指标               |           |                      |
|-----------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|-----------|----------------------|
|           |                     |                                       | I类胶                  | I类胶       | II类胶                 |
| 胶体性能      | 抗拉强度(MPa)           | 在(23±2)℃、(50±5)RH条件下,以2mm/min加载速度进行加载 | ≥30                  | ≥25       | ≥30                  |
|           | 受拉弹性模量(MPa)         |                                       | ≥3.2x10 <sup>4</sup> | —         | ≥3.5x10 <sup>4</sup> |
|           | 伸长率(%)              |                                       | ≥1.2                 | ≥1.0      | ≥1.5                 |
|           | 抗弯强度(MPa)           |                                       | ≥45                  | ≥35       | ≥50                  |
| 粘钢性能      | 抗拉强度(MPa)           | 标准值                                   | ≥15                  | ≥12       | ≥18                  |
|           | 相对钢板抗拉强度(MPa)       | 平均值                                   | ≥17                  | ≥14       | —                    |
|           |                     | —                                     | —                    | —         | ≥17                  |
|           |                     | —                                     | —                    | —         | ≥14                  |
|           |                     | —                                     | —                    | —         | ≥14                  |
|           | 相对钢板抗拉强度(MPa)       | 在(23±2)℃、(50±5)RH条件下,以2mm/min加载速度进行加载 | ≥33                  | ≥27       | ≥35                  |
|           | 钢板锚固冲击剥离长度(mm)      | 在(23±2)℃、(50±5)RH条件下,按现行试验方法进行测定      | ≤25                  | ≤40       | ≤15                  |
|           | 钢板C45混凝土正拉黏结强度(MPa) | 在(23±2)℃、(50±5)RH条件下,按现行试验方法进行测定      | ≥2.5                 | 且为混凝土自身破坏 | —                    |
| 热老化温度(℃)  |                     | 固化、养护21d、长期使用时0.45MPa垂直拉力法            | ≥65                  | ≥60       | ≥100                 |
| 不挥发物含量(%) |                     | 在(105±2)℃、(180±5)min                  | —                    | —         | ≥99                  |

表5.2—2 以混凝土为基材，植筋用结构胶基本性能鉴定标准

| 检 验 项 目   |                                | 检 验 条 件                               | 鉴定合格指标                                          |                |      |     |      |
|-----------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------|------|-----|------|
|           |                                |                                       | Ⅰ类胶                                             |                | Ⅱ类胶  | Ⅲ类胶 |      |
|           |                                |                                       | A类胶                                             | B类胶            |      |     |      |
| 胶体性能      | 受拉抗拉强度(MPa)                    | 在(23±2)℃、(50±5)RH条件下,以2mm/min加载速度进行加载 | ≥8.5                                            | ≥7.0           | ≥10  | ≥12 |      |
|           | 抗弯强度(MPa)                      |                                       | ≥50                                             | ≥40            | ≥50  | ≥55 |      |
|           | 抗拉强度(MPa)                      |                                       | 且不得呈层状剥离破坏                                      |                |      |     |      |
|           |                                |                                       | ≥60                                             |                |      |     |      |
| 粘钢性能      | 相对钢板抗拉强度(MPa)                  | 标准值                                   | (23±2)℃、(50±5)RH                                | ≥10            | ≥8   | ≥12 |      |
|           |                                |                                       | (60±2)℃、10min                                   | ≥11            | ≥9   | —   |      |
|           |                                | 平均值                                   | (95±2)℃、10min                                   | —              | —    | ≥11 | —    |
|           |                                |                                       | (125±3)℃、10min                                  | —              | —    | —   | ≥10  |
|           | 钢板锚固条件下受剪屈服(或全螺栓)与混凝土粘拉强度(MPa) | (23±2)℃、(50±5)RH                      | C30<br>≥20<br>C40<br>≥25<br>C50<br>≥35<br>E=125 | ≥11            | ≥8.5 | ≥11 | ≥12  |
|           |                                |                                       | C60<br>≥45<br>E=125                             | ≥17            | ≥14  | ≥17 | ≥18  |
|           |                                | 相对锚杆冲击剥离长度(mm)                        | 在(23±2)℃、(50±5)RH                               | ≤25            | ≤40  | ≤20 |      |
|           |                                |                                       |                                                 | 使用0.45MPa垂直拉力法 | ≥65  | ≥60 | ≥100 |
| 热失重率温度(℃) |                                | 105±2                                 | 99                                              |                |      |     |      |
| 不挥发物含量(%) |                                | (105±2)℃、(180±5)min                   |                                                 |                |      |     |      |

表5.2—3 以混凝土为基材，植筋纤维复合材料用结构胶基本性能鉴定标准

| 检 验 项 目   |                     | 检 验 条 件                                           | 鉴定合格指标                                            |       |       |     |
|-----------|---------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------|-------|-----|
|           |                     |                                                   | I类胶                                               | II类胶  | III类胶 |     |
| 胶体性能      | 抗拉强度(MPa)           | 在(23±2)℃、<br>(50±5)RH条件下,以<br>2mm/min加载速度<br>进行加载 | ≥38                                               | ≥30   | ≥38   |     |
|           | 受拉弹性模量(MPa)         |                                                   | ≥2400                                             | ≥1500 | ≥2000 |     |
|           | 伸长率(%)              |                                                   | ≥1.5                                              |       |       |     |
|           | 抗弯强度(MPa)           |                                                   | ≥50                                               | ≥40   | ≥45   |     |
|           |                     |                                                   | 且不得呈碎块破坏                                          |       |       |     |
|           | 抗压强度(MPa)           |                                                   | ≥70                                               |       |       |     |
| 粘钢性能      | 相对钢板<br>抗拉强度(MPa)   | 标准值                                               | (23±2)℃、(50±5)RH<br>(60±2)℃、10min                 | ≥14   | ≥10   | ≥16 |
|           |                     | 平均值                                               | (95±2)℃、10min<br>(125±3)℃、10min<br>(-45±2)℃、30min | ≥16   | ≥12   | —   |
|           | 钢板锚固<br>冲击剥离长度(mm)  | 在(23±2)℃、<br>(50±5)RH条件下,按<br>现行试验方法进行测定          | —                                                 | —     | ≥15   | —   |
|           |                     | —                                                 | —                                                 | —     | —     | ≥13 |
|           |                     | —                                                 | ≥16                                               | ≥12   | ≥18   | —   |
|           |                     | —                                                 | ≥40                                               | ≥32   | ≥40   | ≥43 |
|           |                     | —                                                 | ≥40                                               | ≥32   | ≥40   | —   |
|           |                     | —                                                 | ≥40                                               | ≥32   | ≥40   | —   |
| 热老化温度(℃)  | 使用0.45MPa垂直拉力法      | ≥65                                               | ≥60                                               | ≥100  | ≥130  |     |
| 不挥发物含量(%) | (105±2)℃、(180±5)min | ≥99                                               |                                                   |       |       |     |

表5.2—4 以混凝土为基材，植筋胶长期使用寿命鉴定标准

| 检 验 项 目 |          | 检 验 条 件                                                | 鉴定合格指标                                                |     |      |      |
|---------|----------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----|------|------|
|         |          |                                                        | I类胶                                                   |     | II类胶 |      |
|         |          |                                                        | A级胶                                                   | 日胶版 | I类胶  | II类胶 |
| 耐环境作用   | 耐湿热老化能力  | 在 50℃、95%RH 环境中老化 90d (日胶版 360d) 后, 再在室温下进行耐环境试验       | 与室内长期试验结果相比, 其抗拉强度降低率(%)                              |     |      |      |
|         |          |                                                        | ≤12                                                   | ≤18 | ≤10  | ≤12  |
|         | 耐湿热老化能力  | 在下列温度环境中浸泡 30d 后, 以同温度进行耐环境试验                          | 与同温度 10min 短期试验结果相比, 其抗拉强度降低率(%)                      |     |      |      |
|         |          |                                                        | ≤5                                                    | 不要求 | —    | —    |
| 耐久能力    |          | (80±2)℃                                                | —                                                     | —   | —    | —    |
|         |          | (95±2)℃                                                | —                                                     | —   | ≤5   | —    |
|         |          | (125±2)℃                                               | —                                                     | —   | —    | ≤5   |
|         | 耐冻融能力    | 在 -25℃~35℃ 潮湿环境中浸泡 90d 后, 在 50℃ 水中浸泡 90d, 再在室温下进行耐环境试验 | 与室内、短期试验结果相比, 其抗拉强度降低率不大于 5%                          |     |      |      |
| 耐久能力    | 耐久能力作用能力 | 在(23±2)℃、(50±5)%RH 环境中承受 4.0MPa 垂直力, 持续作用 10d          | 耐环境试验试样试件不破坏, 且弯曲的变形量 ≤0.4mm                          |     |      |      |
|         | 耐久能力作用能力 | 在室温下, 以频率 5Hz、垂直力为 1.5、最大位移为 4.0MPa 的疲劳荷载条件下进行耐环境试验    | ≥2×10 <sup>6</sup> 次正弦波疲劳荷载作用后, 试件不破坏, 且弯曲的变形量 ≤0.4mm |     |      |      |
|         |          |                                                        |                                                       |     |      |      |
|         |          |                                                        |                                                       |     |      |      |