

结构加固设计总说明

一、工程概况

本工程为马口铁车同钢结构。
建筑长109.975m、宽54.600m、檐口高7.700m，主要结构跨度27.000m。
本工程部分钢柱及柱脚因使用年限长而出现较严重的锈蚀损伤，因此对该结构进行加固处理。

原建筑结构安全等级及设计使用年限

- 1、建筑结构安全等级：二类
- 2、设计工作年限：50年。本次加固仅为维修工作，不增加工作年限。
- 3、建筑抗震设防类别：丙类
- 4、地基基础设计等级：乙级

- 1、基本风压(50)： W =0.50kN/m² ,地面粗糙度类别:B类, 2、基本雪压(50)： S =0.50kN/m² 3、场地地震基本烈度：抗震设防烈度：8度(0.20g)
- 设计地震分组第一组,建筑场地类别为：Ⅲ类

二、加固依据

- 1.《建筑抗震加固技术规程》（JGJ 116—2009）
- 2.《民用建筑修缮工程查勘与设计标准》（JGJ/T117—2019）
- 3.《民用建筑修缮工程施工标准》（JGJ/T112—2019）
- 4.《混凝土结构加固设计规范》（GB 50367—2013）
- 5.《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204—2015）
- 6.《混凝土结构后锚固技术规范》（JGJ 145—2013）
- 7.《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2010）（2015版）
- 8.《建筑结构荷载规范》（GB 50009—2012）
- 9.《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2010）（2016版）
- 10.《建筑结构可靠度设计统一标准》（GB 50068—2018）
- 11.《建筑工程抗震设防分类标准》（GB 50223—2008）
- 12.《碳纤维片材加固混凝土结构技术规程》（CECS 146：2003）(2007年版)
- 13.《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB50550—2010
- 14.《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》(GB 50728—2011)
- 15.《建筑设计防火规范》（GB 50016—2014）（2018版）
- 16.《钢结构焊接规范》（GB 50661—2011）
- 17.《钢结构工程施工质量验收规范》（GB 50205—2001）
- 18.《钢结构工程施工规范》（GB 50755—2012）
- 19.《建筑钢结构防腐技术规范》（GB/T 5313—2010）
- 20.《建筑钢结构防火技术规范》（GB 51249—2017）
- 21.《钢结构防火涂料》（GB 14907—2018）
- 22.《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定》（GB/T 8923.1~3—2011）
- 23.《钢结构防护涂装通用技术条件》（GB/T 28699—2012）
- 24.《建筑结构用钢板》(GB/T 19879—2015)
- 25.《工程结构通用规范》（GB 55001—2021）
- 26.《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB 55002—2021）
- 27.《钢结构通用规范》（GB55006—2021）
- 28.原结构施工图。
- 29.亿通工程检测有限责任公司与2024年1月20日提供的《马口铁车同钢结构安全性检测鉴定报告》

三、设计采用的均布活荷载标准值

屋面	0.5kN/m ²
----	----------------------

四、加固标准

- 1.未经技术鉴定或设计许可，不得改变加固后结构的用途和使用环境。
- 2.建筑物的抗震设防类别为丙类,抗震设防烈度为8度(0.2g),设计地震分组为第一组,场地类别为Ⅲ类。
- 3.依据《混凝土结构加固设计规范》(其所使用的胶和聚合物的粘结性能,应通过耐久性应力作用能力的检验)。

五、加固内容

柱脚及基础短柱替换加大加固。

六、加固材料

- 1.钢筋：Φ—HPB300级(fy=270N/mm²)；
 Φ—HRB400级(fy=360N/mm²)；
- 2.焊条：HPB300级钢筋采用E43系列焊条，HRB400级钢筋及Q235B级钢板或型钢，Q355B级钢板或型钢采用E50系列焊条。
- 3.水泥砂浆：强度等级为M10,砂浆稠度70~80mm。
- 4.所有结构胶性能指标均应满足《混凝土结构加固设计规范》（GB 50367—2013）中第4节各条文的要求。
- 5.植筋胶：植筋时均采用A级胶，其应有出厂合格证及相应试验报告,性能指标应满足《混凝土结构

加固设计规范》（GB 50367—2013）中表4.4.5的要求。

- 6.混凝土：地面采用C30混凝土，替换与加长短柱采用C50高强灌浆料。
- 7.混凝土裂缝修补胶、灌浆料的安全性能指标应符合《混凝土结构加固设计规范》（GB50367—2013）中17.1.3规定。
- 8.粘钢用的改性环氧树脂粘结剂，其安全性能必须符合《混凝土结构加固设计规范》（GB50367—2013）的4.4.3要求。
- 9.新旧砼结合面的处理采用专业界面剂。

六、构造要求

- 1.钢材、钢筋焊接要求。

常用型钢、钢板及钢筋连接焊缝的要求应满足表1。砼内钢筋连接除可采用焊接连接外，尚可采用搭接连接，搭接长度应符合《混凝土结构设计规范》（GB50010—2010）的要求。混凝土内钢筋的锚固长度、搭接长度分别见表2、3。

表 1			
焊接方法	钢筋及钢材种类	焊缝长度	备注
钢板与钢板 焊接或搭接	HRB335	双面焊	d为较小钢筋直径
	HRB400	单面焊	
	HPB300	单面焊	
钢筋与有粘结 钢板搭接	HRB335	双面焊	>5d
	HRB400	单面焊	
钢板与型钢焊接 三面围焊	搭接长度≥4l _{aE} ,且≥5t		A ₁ 为钢板截面积, t为钢板厚度
钢板与钢板、钢板 与型钢对接全熔透焊	对接满焊		
钢管、型钢与钢板 T型连接满熔透	按境外钢标准满焊, h>1.5√t,t为板厚		

- 2.纵向受拉钢筋的锚固方式、锚固长度、搭接长度等，需按照22G101—1执行。

表 2				
搭接长度	l _{aE} ≥1.4l _{aE}	搭接接头面积百分率	25%	50%
	l _{aE} ≤1.4l _{aE}	搭接长度修正系数ζ	1.2	1.4

- 注：（1）l_{aE}与l_{aE}分别为非抗震构件（板、次梁）及抗震构件（框架梁、柱及剪力墙）的受拉钢筋的锚固长度，l_{aE}为相应的搭接长度，d为钢筋直径。任何情况下，锚不得少于250mm，钢筋搭接长度不得少于300mm。
- （2）搭接长度按相互搭接钢筋的较小直径计算。
 - （3）钢筋直径d≥25mm时，其锚固长度及搭接长度均乘以1.1倍。
 - （4）受压钢筋绑扎接头的最小搭接长度为受拉钢筋绑扎接头最小搭接长度的0.7倍，且在任何情况下不应小于200mm。
 - （5）当钢筋在混凝土施工过程中易受扰动时，其锚固长度应乘以修正系数1.1。
- 4.建筑物耐火等级为一级。构件保护层以及钢结构防火涂料应满足耐火极限2.0h要求。

七、施工技术要求

- 1.混凝土替换和扩大截面
- 1)加固前，应采取合理的临时支撑、固定措施，对被加固构件进行卸载，加固施工的顺序应从上至下依次进行，下层加固完成后方可施工上层。
- 2)应对混凝土进行外观检查，如有缺陷，应凿去一切风化酥松层、蜂窝层、碳化锈裂层及油污层，用钢刷清除浮渣，完全露出坚实的基层；若原结构要扩大的结合面平整完好，则应100%凿毛，要增设新构件的位置应完全凿除保护层全厚。几种情况均应使结合面凹凸不平，凹凸高差>4mm。浇筑混凝土前应用水冲洗干净，涂刷混凝土界面结合剂一道，随涂随浇，用以扩大截面或新增构件。
- 3)对原有和新设受力钢筋应进行除锈处理；在受力钢筋上施焊前应采取卸荷或支撑措施，并应逐根分段分层进行焊接，尽量减少焊接热量对钢筋的影响。
- 4)模板搭设、钢筋安置以及新混凝土的浇筑和养护，应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB5024—2015）的要求。
- 2.植筋施工技术要求
- 1)按设计要求钻取植筋孔。
- 2)植筋钻孔时应避开原构件的钢筋，且对废孔应用环氧砂浆100%填充、封堵。
- 3)用钢丝刷、气泵、棉丝等工具清除孔内粉末、泥灰、水分，用丙酮擦洗孔壁至清洁。
- 4)使用钢丝刷除去钢筋锈皮、杂质，用丙酮擦拭干净。
- 5)按规定重量比混合好粘胶剂并搅拌均匀，根据施工温度，按粘接表面面积程度调配数量。
- 6)利用工具将调好的胶粘剂填入孔中，填充量为孔深孔1/2至2/3,将处理后的钢筋插入孔中转动，摆动数次,固定24小时不扰动。
- 7)应确保孔壁与钢筋间胶体的密实，结构胶3天后方可受力使用。
- 8)钢筋的植筋锚固承载力现场检验方法应依据《混凝土结构后锚固技术规程》（JGJ 145—2013）附录C的规定进行非破坏拉拔试验，试验荷载为0.9fyAs和0.8Nrk的较小值，按其重要构件的规定进行抽样。本工程安全等级为一级，应进行破坏性试验。
- 9)锚固深度未标注部分：非悬挑梁不少于25d；悬挑梁不少于36d，严禁按短期拉拔试验值或厂商技术手册的推荐值采用。

3.外包钢板施工技术要求

- 1)外包钢施工流程

界面处理(可能需要支撑、卸载)→安装钢板→焊接→钢板边封闭→压力灌注改性环氧→固化。

- 2)界面处理：

- a、砼的表面处理

原砼表面如有缺陷，应凿去一切风化酥松层、蜂窝层、碳化锈裂层及油污层，用钢刷清除浮渣，完全露出坚实的基层，并使表面凹凸不平，凹凸高差≥4mm.然后恢复原构件的几何形状.如果置换厚度>50mm时，应卸载、支撑，涂刷界面剂，浇筑比母体高一级且不低于C20的膨胀细石混凝土，如果置换厚度小于50mm时，分层抹高强环氧砂浆以修平原构件，如原表面无缺陷而平整，也应对结合面打磨露新茬，并用钢丝刷刷毛，用压缩空气吹净。外包型钢的棱角处应打磨成圆角，圆角半径 r=7mm。

- b、钢板、角钢粘面处理

钢板、角钢粘面应打磨，不得有油污和铁锈，打磨表面应干净。

- 3)钢板的制作与安装

在安装前根据施工图纸制作好所需要的材料。钢板上应钻有排气孔、压浆孔，钢板在预定位置安装完成后，立即用卡件固定，对排气孔和压浆孔处设置灌浆组 and 排气组板一道于安装前配好，然后进行焊接。

- 4)灌浆处理

钢板安装完成后，用环氧砂浆或Ⅰ型快硬水泥将钢板边缘缝隙嵌补严密，待封边缝固结后以0.2~0.4MPa压力将环氧从灌浆嘴压入。当排气孔出现浆液后把排气孔封闭，再加压灌浆使压力达到0.2~0.4MPa，以此上述方式，由下至上依次进行灌注，直至全部灌注为止。

- 5)固化养护

环氧树脂在常温可自然固化。在20℃以上时，三天后（72小时）即可固化，固化期中不得对钢架有任何扰动，如果温度低于20℃的情况下，固化时间应适度延后，一般为7天。浆液未固结前灌浆后不能对钢架进行敲击、移动和焊接。柱加固完成后，型钢表面（混凝土表面）外抹厚度不小于20mm聚合物砂浆，分两层抹，且应加1.0x10x10mm钢丝网防裂。

八、钢材选用及要求

- 1、基本要求

除注明者外，连接件之材质与相连构件相同。当连接不同强度的构件时，采用与较高强度构件相适应的材质。

- 2、无抗震设防要求的构件

钢材应具有屈服强度、抗拉强度、断后伸长率和磷、硫含量的合格保证，对焊接承重结构尚应具有碳当量的合格保证。焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构采用的钢材应具有冷弯试验的合格保证；对直接承受动力荷载或需验算疲劳的构件所用钢材尚应具有冲击韧性的合格保证。

- 3、有抗震设防要求的构件

除满足10.3.1、10.3.2条各项要求外，尚应满足以下各项要求：

- 1)钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于0.85。
- 2)钢材应有明显的屈服台阶，且伸长率不应小于20%。
- 3)钢材应有良好的可焊性和合格的冲击韧性。
- 4)钢材屈服强度波动范围不应大于120N/mm²。
- 5)抗震等级为三级及以上的高层民用建筑结构，其主要抗侧力构件所用钢材应具有与其工作温度相应的冲击韧性合格保证。

- 4、钢材选用

- 1)受力构件采用 Q355B 。

- 2)预埋件采用 Q355B 。

- 3)Q235B及Q355B 钢材应分别符合现行国家标准《碳素结构钢》(GB/T 700—2006) 及《低合金高强度结构钢》(GB/T 1591—2018) 有关要求。

九、钢构件的连接材料

- 1、焊条、焊丝和焊剂

1)焊条或焊丝的型号和性能应与相应母材的性能相适应，其熔敷金属的力学性能应符合设计规定，且不应低于相应母材标准的下限值。

2)当不同强度的钢材连接时，可采用与低强度钢材相适应的焊接材料。

3)对直接承受动力荷载或需要验算疲劳的结构，以及低温环境下工作的厚板结构，宜采用低氢型焊条。

- 2、手工焊接用焊条

1)对于Q235级钢，采用E43XX系列；对于Q355，采用E50XX系列。

2)采用焊条的质量标准应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》(GB/T5117—2012) 及《E 热强钢焊条》(GB/T 5118—2012) 的规定。

- 3、焊丝

采用的焊丝应符合现行国家标准《熔化焊用钢丝》(GB/T14957—1994) 或《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》(GB/T 8110—2008) 。

《非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝》(GB/T 10045—2018) 及《热强钢药芯焊丝》(GB/T 17493—2018) 的规定。

- 4、螺栓

采用 Q355B 钢制成，其技术要求参照现行国标《地脚螺栓》(GB/T 799—1988) 的有关规定。

十、钢构件的除锈及涂装要求

- 1、本工程防腐保护层设计使用年限 11~15 年。

- 2、除特殊注明者外，本工程钢结构腐蚀性类型：卫生间及其他湿度较大的房间（如中心供应、厨房等）为 潮湿环境，其余

室内均为 正常环境，室外外露构件为 弱腐蚀。

- 3、本工程钢结构原材料表面原始侵蚀等级不低于 C 级。

- 4、钢构件除锈要求

钢构件制作前，其表面均应进行喷砂（丸）除锈处理，局部修补时可采用手工机械除锈。钢结构基材表面除锈应分别达到国家标准

《涂装涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定》(GB/T 8923.1) 中的S₂ 2 等级和S1.3 等级，表面粗糙度 R_a应达到 40μm~75μm，且不应大于涂层厚度的1/3。

- 5、钢筋混凝土中的钢构件表面不做除锈处理，但需要去除表面锈迹；钢筋混凝土中的钢构件不需要涂装。

6、钢构件涂装要求

- 1)采用的油漆类型见表10—3。

表 10—3

底漆	环氧富锌底漆		涂 装 顺 序	
中间漆	环氧云铁中间漆		底漆→中间漆→面漆（设置时）	
面漆	室内	聚氨酯、丙烯酸聚氨酯、氟碳		
	室外	丙烯酸聚氨酯、氟碳		

- 2)钢结构表面防腐涂层的最小总厚度要求见表10—4。

表 10—4

防腐涂层的最小总厚度(μm)						防护层使用年(年)
腐蚀类型						
强腐蚀	中腐蚀	弱腐蚀	潮湿环境	正常环境		
320	280	240	185	165		>15
280	240	200	145	125		11~15

备注：1.室外工程的涂层厚度宜增加 20~40μm。2.表中打阴影部分为本工程所选类型（表12-3、4附）。

备注：1.室外工程的涂层厚度宜增加 20~40μm。2.表中打磨等级为本工程所选用类型（表12—3、4刷）。

注：本工程仅新增钢板与柱脚部位进行防腐处理。

十一、钢构件的防火

- 1、防火涂料必须具有国家强制性产品认证证书（3C证书），必须选用经消防部门认可的产品。技术性能应符合现行国家标准《钢结构防火涂料》（GB 14907） 的规定。
- 2、防火保护材料不应对人体有毒害；防火材料应易于钢构件结合，并对钢构件不产生有害影响。
- 3、防火涂料与防腐涂料应相容、匹配，应保证防火涂料与防腐涂层之间的附着力满足有关要求。
- 4、防火涂料应满足建筑专业外观设计的有关要求，并经建筑师确认后方可使用。
- 5、防火涂料的施工必须由相应资质等级的施工单位承担。
- 6、膨胀型钢结构防火涂料的涂层厚度不应小于1.5mm，非膨胀型钢结构防火涂料的涂层厚度不应小于15mm。
- 7、厚型防火涂料应选优质产品，在1/120的挠曲变形下，无任何龟裂及变形。
- 8、当压型钢板组合楼板的压型钢板仅作为混凝土楼板的永久性模板、不充当板底受拉钢筋参与结构受力时，压型钢板可不进行防火保护。
- 9、钢结构防火保护工程的设计修改必须由设计单位出具设计变更通知单，改变防火材料或构造时，还必须报经当地消防监督机构批准。
- 10、钢结构防火保护工程应在钢结构安装工程检验批和钢结构普通涂料涂装检验批的施工质量验收合格后进行。采用复合构造时，其防火饰面板的施工应在包裹柔性毡状隔热材料或涂敷防火涂料检验批的施工质量验收合格后进行。
- 11、钢结构防火保护工程不应被后续工程所破坏，如有损坏，应按要求进行修补。
- 12、除图中已注明者外，本工程防火保护保护构造做法见国标图集《06SG501》。
- 13、本工程防火涂料的选用见表10—7。

表 10—7

序号	构件名称	耐火极限 (小时)	防火材料类型及要求			
			防火涂料类型	防火涂料厚度 (非膨胀型/膨胀型)	等效热传导系数(W/m ² ·℃) (用于非膨胀型)	等效热阻(m ² ·℃/W) (用于膨胀型)
1	钢柱、转换梁	3.0	非膨胀型	≥17mm	0.15	/
2	钢 梁	3.0	非膨胀型	≥17mm	0.15	/
		2.0	非膨胀型	≥17mm	0.15	/
3	钢楼梯	1.5	非膨胀型/膨胀型	≥17mm/≥1.7mm	/	**.
4	楼板	1.5	自防火	/	/	/

注：1.钢柱的防火材料可根据建筑要求选用防火板，防火板厚度及性能应满足钢柱耐火极限要求。

2.防火涂料涂装部位：所有未被混凝土包裹的钢构件表面。

3.如膨胀型选用膨胀型防火涂料，须有可靠性的能测试及保证，且经消防等相关部门认可，经各方同意确认。

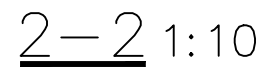
4.钢构件节点的防火保护应与被连接构件中的防火保护要求最高相同。

5.钢楼梯、楼板宜选用膨胀型防火涂料。

注：本工程仅新增钢板与柱脚部位进行防火处理。

十二、其它

- 1.本工程加固仅为维修工作，不增加工作年限。届时如需继续使用则必须进行安全鉴定。
- 2.经改造加固的结构，应在使用过程中按照《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB50550—2010，定期检查，首次检测时间为10年，以后每隔五年检查一次，若发现异常情况应通知设计单位，使用30年后宜重新进行可靠性鉴定。
- 3.应委托具有特种专业（结构补强）施工资质的单位进行施工，施工前应作好必要的安全支撑。
- 4.本说明及图纸所不平等内容若与现状不符以现状为准，对影响结构的情况需经设计人员确认方可施工。
- 5.施工时应采取避免或减少损伤原结构的措施。
- 6.施工过程中发现原结构或相关工程隐蔽部位的构造有严重缺陷或其状态与检测鉴定文件不一致时，应暂停施工，并及时与设计院联系，施工单位不得擅自处理。
- 7.凡本图未说明之处均按国家现行施工与验收规范严格执行。
- 8.更换顶板、柱脚板时需要进行卸荷载支撑；必须满足上部荷载，保证更换过程安全可靠，待灌浆料达到一定强度后拆除卸荷载支撑。



注 1: 更换柱顶板、柱脚板时需要进行卸荷载支撑; 必须满足上部荷载, 保证更换过程安全可靠, 待灌浆料达到一定强度后拆除卸荷载支撑。
注 2: 本工程仅新增钢板与柱脚部位进行防腐与防火处理。
注 3: 所有新增钢板均为 Q355B 结构钢。

