

单元式幕墙质量缺陷修复实例简析

王怡

深圳市建筑工程质量安全监督总站

DOI:10.12238/btr.v6i6.4209

[摘要] 既有高层建筑幕墙遭强台风吹袭,幕墙板块损坏和掉落的事件时有发生,2018年超强台风“山竹”在珠三角登陆时,广东沿海的多个建筑幕墙出现了幕墙板块损坏和掉落。本文针对深圳既有超高层建筑遭到2018年超强台风侵袭而出现幕墙板块损坏和掉落的问题,开展了单元式幕墙板块质量缺陷整改工作,恢复、维修后的幕墙最终通过了第三方的安全性检测,从而消除了因单元式幕墙板块掉落给社会和人民生活造成的不利影响,确保了既有建筑幕墙的安全使用,也为处理类似问题提供借鉴。

[关键词] 单元式; 幕墙; 搭接; 质量缺陷; T型螺栓

中图分类号: U213.5+2 **文献标识码:** A

A Brief Analysis of Examples of Repairing Quality Defects in Unit Curtain Walls

Yi Wang

Shenzhen Construction Engineering Quality and Safety Supervision Station

[Abstract] The curtain walls of existing high-rise buildings have been hit by strong typhoons, and incidents of damage and falling of curtain wall panels have occurred from time to time. In 2018, when Typhoon Shanzhu made landfall in the Pearl River Delta, multiple building curtain walls along the coast of Guangdong Province were damaged and fell. This article focuses on the problem of damage and falling of curtain wall panels in existing super high-rise buildings in Shenzhen caused by the super typhoon in 2018. We have carried out quality defect rectification work for unit type curtain wall panels, and the restored and repaired curtain walls have finally passed third-party safety testing, thus eliminating the adverse effects of unit type curtain wall panels falling on society and people's lives and ensuring the safe use of existing building curtain walls. It also provides reference for dealing with similar issues.

[Key words] unitary; Curtain wall; Overlap; Quality defects; T-shaped bolt

引言

单元式幕墙以其独特的优势,在高层及超高层建筑中应用越来越广泛,对于规整、有规律的传统建筑外观,幕墙设计很容易实现;相较于传统的框架式幕墙施工周期短,幕墙单元组件的制作和组装都在工厂内完成,其质量控制条件优于施工现场;幕墙的造型和拼装构图可以更加灵活,采用单元式幕墙的建筑物能够更好地发挥艺术效果;幕墙整体性能可望提高。相对来说单元式幕墙的安装质量控制尤其重要,特别T型螺栓安装不满足要求,挂件挂接深度不够,有出槽风险。

2018年超强台风“山竹”在珠三角登陆时最大风力达到14~16级,远超幕墙设计标准,广东沿海的建筑幕墙经受了一次严峻的考验,其中,深圳某既有建筑被超强台风袭击后,8块幕墙板块脱离坠落。

1 工程概况

深圳某既有建筑项目位于深圳市福田区,建筑层数为34层,

高度约159m,主体结构形式为框架-核心筒结构,外围护结构为单元式玻璃幕墙,该大厦设计时间为2014~2015年,竣工时间为2018年。

2 问题现状

该大厦幕墙自竣工验收后不久就遭受超强台风“山竹”侵袭,大厦21~22层北面架空层边角从东往西第3板块至第6板块,每层4块共8块幕墙板块在超强台风的正面袭击下脱离坠落,未造成人员伤亡。

为了恢复该大厦的使用功能,确保幕墙安全性,针对出现幕墙单元板块的掉落现象。需要了解幕墙与主体结构的连接状况,因此幕墙原施工单位委托深圳某检测公司对该楼幕墙与主体结构的连接挂钩搭接长度及节点外观质量进行检测,并出具检测报告《大厦幕墙与主体结构连接检测报告》,结果显示:部分幕墙连接挂件长度不足。

经对大厦幕墙节点挂钩搭接长度进行初检,检测结果表明:

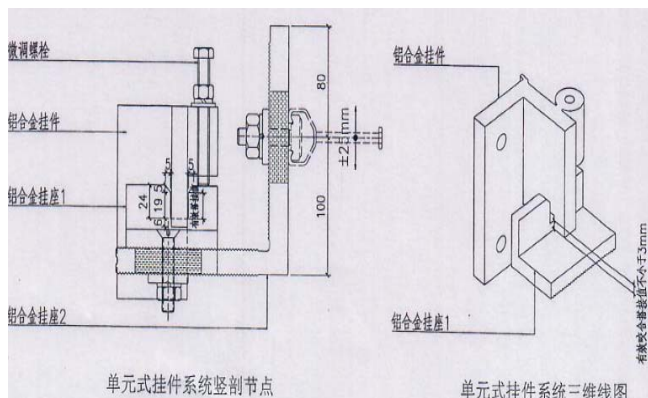
初检幕墙板块2345块中1789块存在节点挂钩搭接长度不满足设计要求的情况, 占比约为76.3%, 其中存在缺少挂件(钩)或挂件松动的板块26块, 存在挂件有效搭接长度 $\leq -5\text{mm}$ (即未搭接)的板块60块, 存在挂件有效搭接长度在 $(-5, 0]\text{mm}$ 之间(即搭于斜坡段)的板块317块, 存在挂件有效搭接长度在 $(0, 8)\text{mm}$ 之间(含观察对比的数量)的板块1386块。

对幕墙板块挂件外观质量进行检测, 存在的问题主要有: ①幕墙角部节点构造做法普遍与设计图纸不符, 部分节点存在缺少锚固螺栓现象, 部分节点存在采用焊接代替螺栓连接现象, 且部分焊接连接焊缝质量较差, 部分节点存在挂件被替换、挂件缺失挂钩及挂件与立柱间连接螺栓松动等现象。②部分挂座与主体结构间缝隙较大, 个别挂座存在变形现象; 部分与主体结构槽式预埋件连接的T形螺栓连接存在螺栓较短、缺少垫片、螺栓直径不满足设计要求等现象, 个别T形螺栓存在变形现象。③部分节点处的微调螺栓缺少固定螺母。④少量钢质挂件存在锈蚀现象。

3 幕墙安装缺陷整改方案制定与实施

3.1 设计及整改要求

3.1.1 幕墙连接件搭接量设计及调整。(1)本工程幕墙系统严格按照国家相关规范标准进行设计, 铝合金挂件和铝合金挂座1的有效搭接值为 19mm (总入槽深度 24mm), 满足幕墙设计行业常规合理设计值。



(2)为保证单元板块有效传递自重及控制板块左右位移, “铝合金挂件”与“铝合金挂座1”设计有互相咬合机构, 安装稳定状态下有效咬合搭接值不应小于 3mm 。

(3)单元幕墙施工中, 单元幕墙板块的标高误差主要靠“铝合金挂件2”进行调整($\pm 25\text{mm}$), 板块上墙后如标高仍有误差, 可通过“微调螺栓”进行竖向微调到位。如由于结构偏差及预埋件出现超标的非正常施工误差时, 且通过“铝合金挂座2”及“微调螺栓”两级调整仍达不到标高要求的, 严禁通过“微调螺栓”强行调整标高(微调螺栓的竖向调整尺寸为 $\pm 2\text{mm}$)。施工方应针对现场实际情况, 对偏差较大的非正常部位整改完毕后方可继续施工。

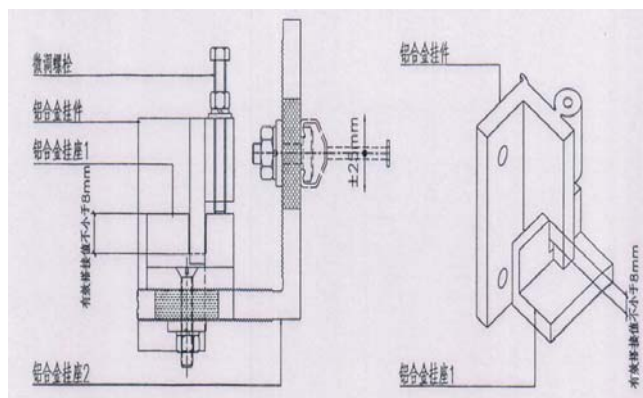
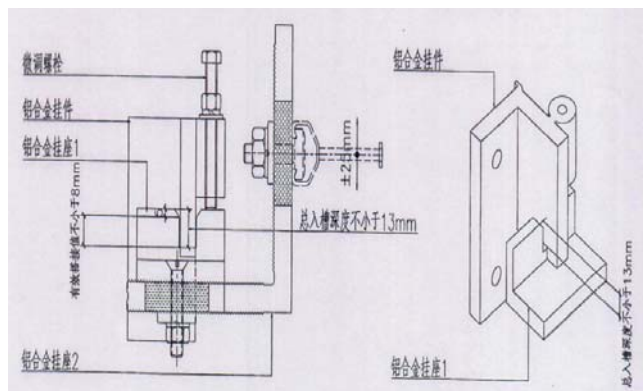
(4)经结构核算, 挂件系统在最不利受力情况下满足受力计算。即使模拟铝合金挂件和铝合金挂座1在图1中的“有效搭接

值”为 3mm 时, 单元式挂接系统仍能满足受力计算。本大厦设计的单元式挂接系统在综合考虑竖向微调需求、加工误差、安装误差等因素, 幕墙设计的连接件有效搭接量仍能保证不小于 10mm , 能有效保证幕墙系统的安全。

(5)根据“山竹”台风后的实际情况及安全抽检数据做参考, 要求幕墙连接件的有效搭接值不应小于 8mm , 最终有效搭接值状态根据整改情况分以下两种情况描述。

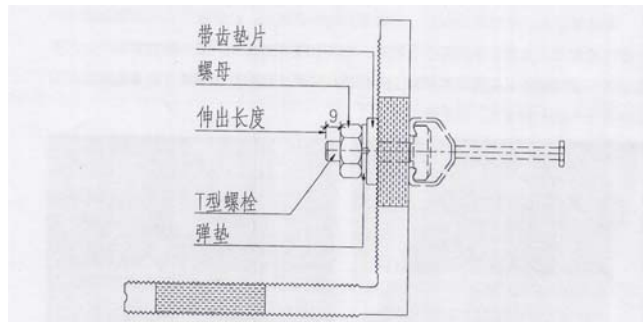
A、经检查, 有效搭接值满足要求的, 挂件系统有效搭接值状态。

B、经检查需要更换挂座进行整改的, 整改后的挂件系统有效搭接值状态。



3.1.2 个别部位预埋件T型螺栓长度不足及弹垫片缺失的情况。由于预埋件T型螺栓长度不足及弹垫片缺失的情况可能会产生结构安全隐患, 为保证本项目的安全质量。

(1)本工程幕墙预埋件系统设计严格按照国家相关规范标准进行设计, 受力性能及构造均满足本工程要求, 见下图:



(2)本工程设计要求预埋件T型螺栓在铝合金L角码固定后,螺母需配置弹垫片,避免螺母在后期使用过程中松动退出;

(3)T型螺栓螺母紧固后,预埋件T型螺栓应保留一定量的“伸出长度”。设计为9mm,但不同品牌产品有不同的要求,施工单位应根据选用的产品品牌技术要求严格执行。

(4)参考国内外大品牌产品的要求,T型螺栓螺母紧固后的螺杆(直径小于M20)“伸出长度”一般为不小于5mm,建议本项目参考该尺寸执行。

3.2 整改方案的制定

3.2.1 根据第三方权威检测机构排查数据,本次整改方案按照现有幕墙连接件有效搭接值进行分类,不同情况采用不同的整改方案。

(1)挂件有效搭接值大于等于8mm的情况(情况一)。属于该种搭接量情况的挂件,无需进行调整。但应检查各部位连接件是否松动的现象,如有应进行锁紧调整,确保连接安全。

(2)挂件无搭接或有效搭接值小于8mm的情况(情况二)。属于该种搭接梁的挂件,应先对板块进行临时固定,采用调整“微调螺栓”及“铝合金挂座2”的方式,使有效搭接值不小于8mm,并尽可能提高有效搭接值。如遇到由于非正常施工误差导致的结构标高及预埋件误差太大,通过调节“铝合金挂件2”仍无法有效搭接值不小于8mm时,可采用替换“铝合金挂座1”的方式进行整改。

(3)转角单元板块(情况三)。转角单元板块采用钢挂件系统,需现场逐个排查,如发现有效搭接值不满足要求,应调整满足;如发现有效挂件系统松动的情况,应进行锁紧调整,确保连接安全。

3.2.2 由第三方权威检测机构对本项目的预埋件T型螺栓“伸出长度”及弹垫片是否缺失的情况进行全面排查,如发现存在预埋件T型螺栓“伸出长度”小于5mm的情况及弹垫片缺失的情况,则应对不满足“伸出长度”及弹垫片缺失部位的T型螺栓进行整改,具体整改方案如下:

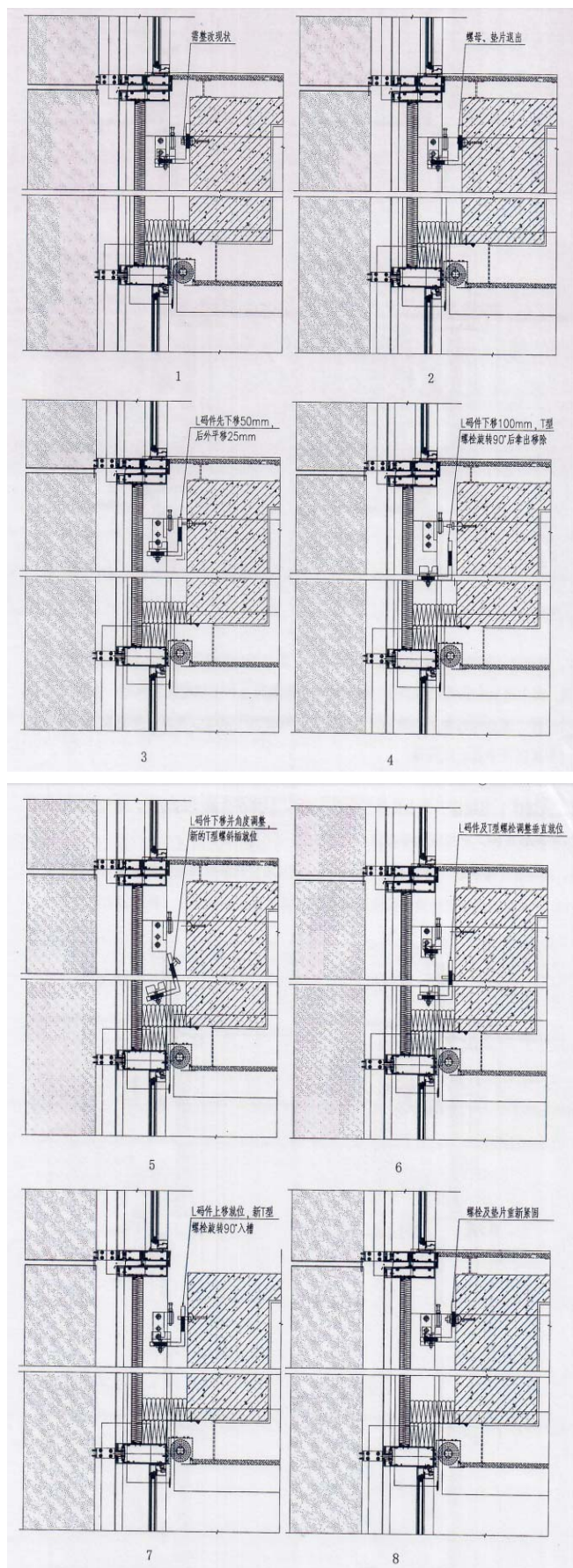
(1)预埋件T型螺栓“伸出长度” $\geq 5\text{mm}$,但弹垫片缺失的情况,现场空间条件满足更换要求的,必须增加弹垫片;

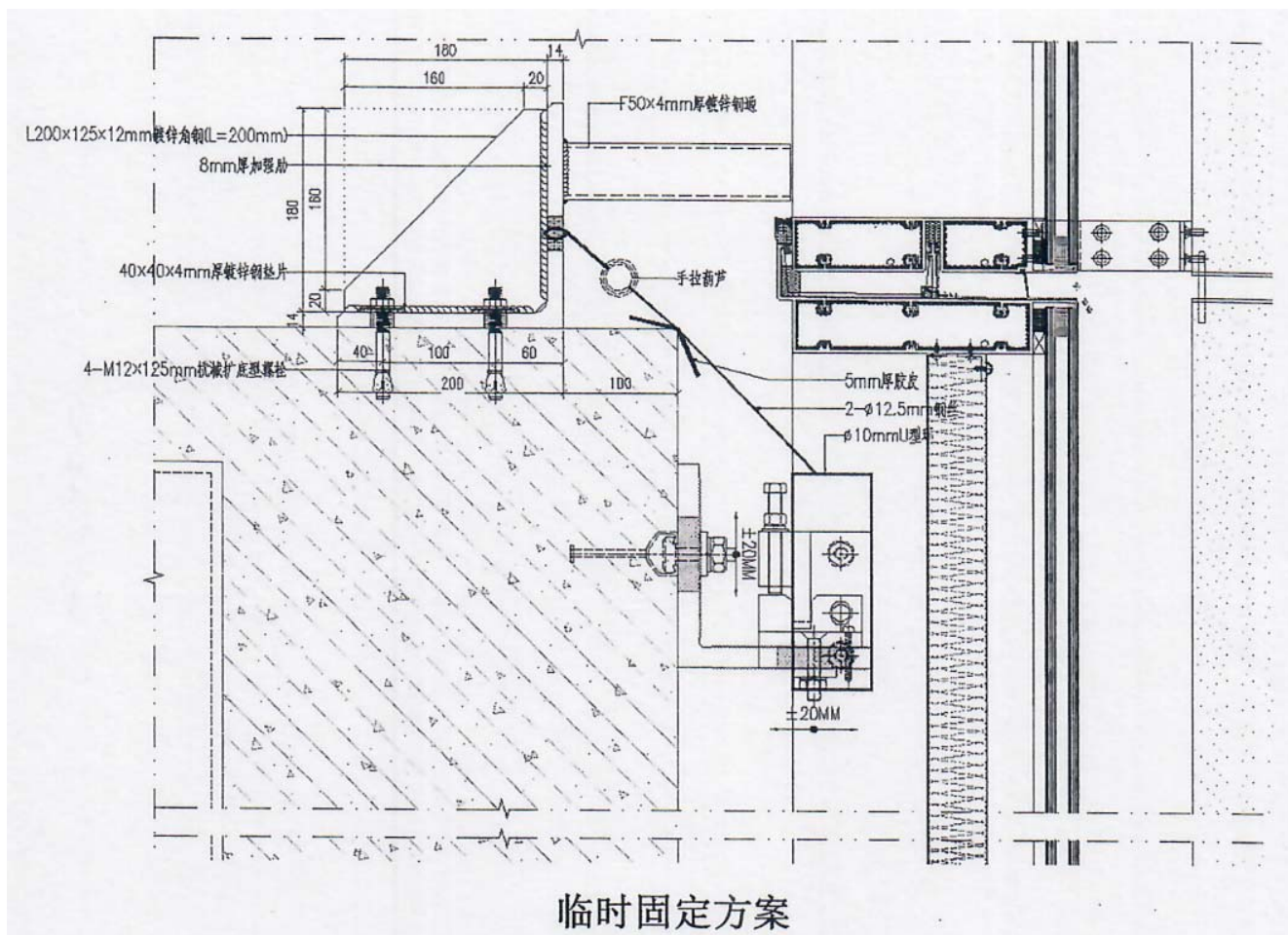
(2)预埋件T型螺栓“伸出长度” $< 5\text{mm}$,现场空间条件满足更换要求,可进行T型螺栓的更换,必须更换满足长度要求的T型螺栓并配齐弹垫片,整改方案如下图:

(3)预埋件T型螺栓“伸出长度” $< 5\text{mm}$,但“伸出长度”为不小于1-2个螺丝的情况,由于现场空间条件的原因,螺杆螺母无法退出进行T型螺栓更换的,建议考虑通过点焊、施打螺纹紧固胶或者施打结构胶包裹螺栓的方式进行整改,但该整改办法需通过专家组评审通过后实施。

(4)预埋件T型螺栓“伸出长度” $< 5\text{mm}$,且“伸出长度”为少于1个螺丝的,如螺母与螺杆前段为平口或凹口的情况,由于现场空间原因,螺杆螺母无法退出进行T型螺栓更换的,需通过专家组研讨合理的整改方案后单独处理实施。

3.3 方案的论证





临时固定方案

2019年2月23日上午,在大厦21楼3号会议室,由业主单位组织召开了《塔楼单元式幕墙安装缺陷整改方案》和《幕墙恢复设计工程施工图》论证会。参加会议的单位及人员包括建设单位、监理单位、设计单位、施工单位和三位专家。会上由设计单位介绍了《塔楼单元式幕墙安装缺陷整改方案》和《幕墙恢复设计工程施工图》,与会专家及各方参会代表通过充分讨论、沟通后,专家组形成如下意见:

《塔楼单元式幕墙安装缺陷整改方案》和《幕墙恢复设计工程施工图》基本完整,在技术及施工上可行。建议《塔楼单元式幕墙安装缺陷整改方案》中对搭接量小于8mm的挂接点采用先对板块进行临时固定,然后通过调节铝合金挂座2使挂座搭接量不小于8mm。对于铝合金挂座2调整受限无法达到上述要求的情况,则采用更换铝合金挂座1的方法。在施工前,设计单位应分别进行详细的技术交底,并在施工开始阶段给予技术指导,确保施工质量达到设计的要求。

3.4方案的实施

3.4.1对需要更换的单元板块进行临时固定。(1)在楼墙板边距离100mm位置增加两个L200*125*12mm镀锌角钢200mm长的镀锌角钢,在L型角码的另一端焊接一段50*50*4mm厚热镀锌钢

通,在靠近铝合金公母立柱位置,确保在用葫芦拉紧时,单位板块向内平移在靠近铝合金公母立柱位置,用八个M12*125mm的膨胀螺栓进行固定。

(2)再用φ12的钢丝连接单元板上的φ10U型环上,为了避免钢丝对混凝土硬性接触,在混凝土和钢丝之间加5mm厚的胶皮;

(3)φ12的钢丝固定在单元板块的钢挂件上;

(4)确保每一个支点能承担600KG以上,现场按施工方案施工,临时加固完成后再进行螺栓更换;

(5)转角是由两个板块拼装而成,在换一边钢挂件时,钢绳只能固定在另一下板块上,两个板块的挂件要一个一个的调整,不能同时调整,以免发生意外。

3.4.2 L型铝码与M16 T型螺栓的施工。L型铝码与M16 T型螺栓扭紧后,用扭矩扳手检测时未达到设计值的施工方法:

(1)确保T型螺栓T字头垂直于预埋件槽式水平槽上,不能有任何倾斜现象;

(2)L型铝码上下调整就位后,通过带牙的铝垫片进行定位,铝垫片的牙同L型铝码的牙必须保持一致,相互咬合紧密,然后通过紧锁T型螺栓使其达到受力状态;

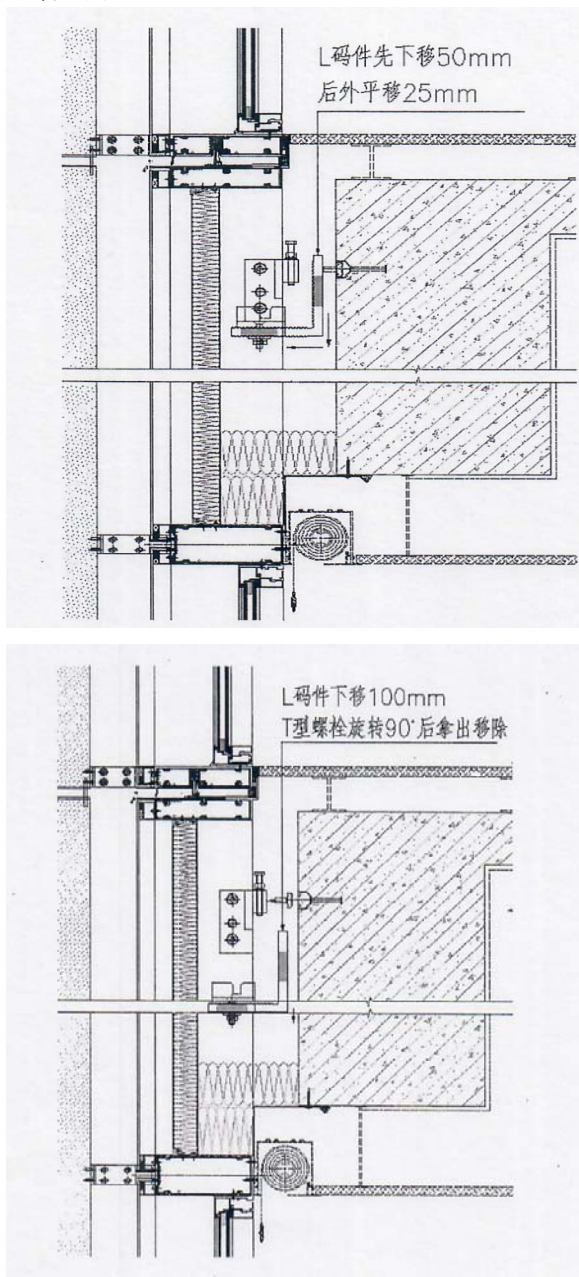
(3)复查上述步骤没问题后,用手快速的拧紧螺母,当用手

拧不动时再用六角扳手将螺母拧紧,使其带牙的铝垫片和L型铝码紧密结合完全达到受力状态,再用扭矩扳手测定扭矩力是否达到设计值,如果达到设计值后施工完毕,可做下一道工序。

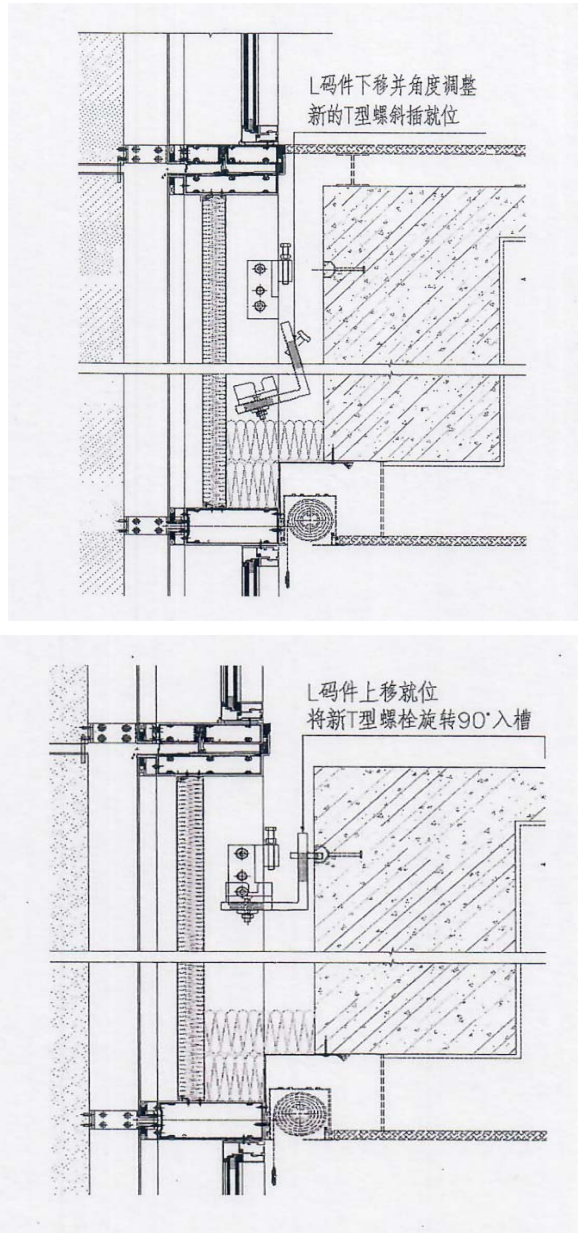
3.4.3 M16*60 T型螺栓长度不够更换。(1)准备好新的T型螺栓,预埋件T型螺栓的要与原T型螺栓为同一厂家,同一等级,新T型螺栓的长度比原螺栓长10~20mm(原T型螺栓长度为M16*60,预备的螺栓为M16*70和M16*80两种),以保证新的螺母在完成更换后,外露在螺母的外侧长度满足设计要求。

(2)将原来的T型螺栓螺母拧松,并依次将螺母、弹垫、圆垫及铝垫片退出。

(3)在将T型螺栓的L码件下移50mm,后往外平移25mm,可根据现场可操作空间进行,当码件下移到100mm,将T型螺栓旋转90°后取出,见下图。

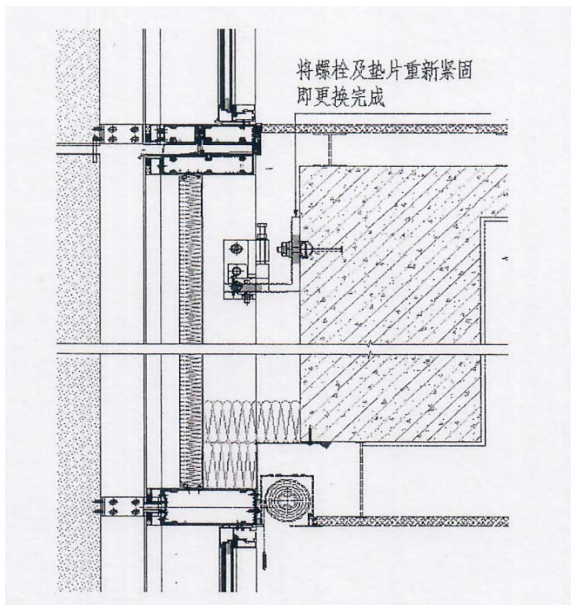
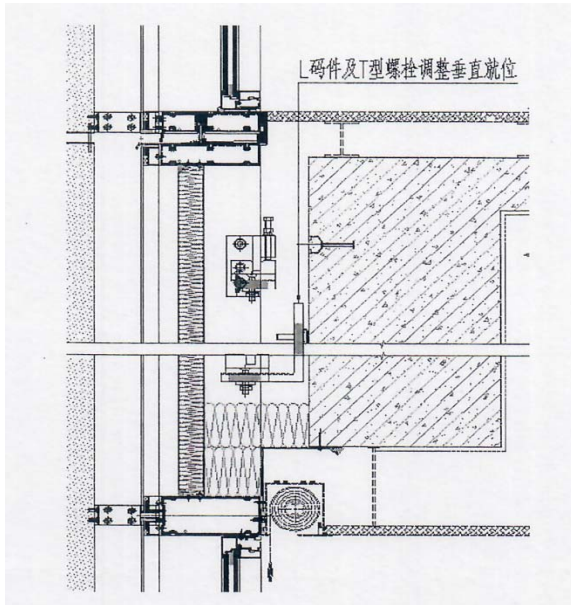


(4)在T型螺栓进行更换时,将L码件适当倾斜角度后,将新的T型螺栓斜插就位,将已经更换后的T型螺栓跟L码调整垂直,将T型螺栓跟L码垂直上移,当T型螺栓跟L码移动到预埋槽式埋件时,将T型螺栓旋转90°入槽,当T型螺栓入槽后将垫片及螺母装上拧紧,即T型螺栓更换完成,见下图。



(5)类似的位置按同样的方法实施;为了保证T型螺栓安装进入槽内后确保拧到90°,即T型螺栓与槽成90°角状态,要先在T型螺栓的侧边用油性红色大头笔在T型螺栓侧面画一道红线,红线在T型螺栓拧90°后一定要朝上,从此判断T型螺栓是否拧90°到位。

3.4.4 L型铝码与结构空隙处理。施工时确保L型铝码同结构梁紧密结合,使其将幕墙的力直接传递到主体结构上,但是由于结构梁本身的不平整,使L型铝码无法同结构梁紧密结合,需在局部位置采用一定的措施将其紧密结合从而达到受力状态。



在检测过程中发现局部L型铝码与结构梁之间存在空隙,根据现场实际情况采用以下两种处理方案。

处理方案一: 在铝角码与结构梁之间加楔形薄铁块。

根据缝隙的宽度准备好三块宽100*50mm厚度合适的楔形薄铁块,分别将三块铁块轻塞入缝隙中,塞实为止。三块铁块的位置是中间一块在铝挂码的中心,两边的铁块分别距离铝挂码两

端头约100mm;将铁块和铝挂码清理干净,铁块的周边及结构中缝隙注满结构胶。

处理方案二: 在铝角码与结构梁之间采用高标号水泥砂浆填塞。

由于结构梁的不平整导致铝挂码与结构梁之间有一定的空隙,需采用不低于M30的高标号水泥砂浆进行填塞,以确保传力平衡将幕墙的力直接传递到主体结构梁上。

3.4.5单元幕墙角部搭接处理。单元式幕墙角部搭接量不够,因挂座为钢质后补埋板,无法通过调节挂座的高低来满足搭接量,于是采用增加钢构件焊接的方式来处理。

3.5幕墙缺陷整改后复测及验收

对于检查发现的问题,施工单位完成整改及自检后,对该建筑物幕墙节点挂钩搭接长度进行复检,对复检结构不满足设计的挂件,通知相关方再次整改,直到复检结果满足要求。最终复检数量为2463块/次。建设单位组织验收,建设单位、管理公司、幕墙设计单位、监理单位、施工单位均表达“同意验收”的意见;验收结论:某大厦幕墙恢复工程项目验收合格。

3.6经验总结

通过对某大厦幕墙单元式幕墙板块的质量缺陷全面排查和缺陷整改,制定了最佳整改方案和措施,解决了某大厦单元式幕墙板块脱落的安全性问题。发现了幕墙施工过程中未按照设计图纸及相关规范规程的要求把控施工质量,导致存在质量缺陷,使得幕墙系统在遇到极端恶劣天气下存在安全性问题。

4 结语

随着国家基础建设的持续推进与完善,我国当下新建及既有建筑基本能满足现阶段市场需求。我国建筑幕墙施工上的质量控制问题需要调整和把握的要点很多,因此需要找出问题的关键点并提出行之有效的解决措施,从而保障幕墙工程质量。

[参考文献]

- [1]孟庆范.正确贯彻JGJ 102—2003《玻璃幕墙工程技术规范》[J].门窗,2007,(05):20-22.
- [2]王守卫.建筑幕墙的安全使用及发展现状[J].住宅与房地产,2018,(33):98.
- [3]王骅,桑颖慧,于志华.既有幕墙常见质量缺陷及检测技术[J].山西建筑,2020,46(11):162-163.