

目次

1 总则	56
2 术语和符号.....	57
2.1 术语.....	57
3 基本规定.....	58
4 材料	60
4.1 一般规定.....	60
4.2 水泥基材料.....	60
4.3 金属材料.....	61
4.4 保温材料.....	61
4.5 防火材料.....	62
4.6 防水密封材料.....	62
4.7 饰面材料.....	62
5 建筑设计.....	64
5.1 一般规定.....	64
5.2 防火构造设计.....	64
5.3 防水构造设计.....	65
5.4 热工设计.....	65
6 结构设计基本规定.....	67
6.1 一般规定.....	67
6.2 荷载作用与效应组合.....	68
6.3 墙体与主体结构的连接设计.....	68
6.4 墙板设计与计算.....	69
6.5 墙板的构造设计.....	70
7 生产与运输.....	72
7.1 一般规定.....	72
7.2 构件生产.....	73
7.4 存放与运输.....	74
8 施工安装.....	75
8.1 一般规定.....	75
8.2 施工安装准备.....	75
8.3 施工安装要点.....	75
9 验收	77
9.1 一般规定.....	77
9.2 进场验收.....	77
9.3 竣工验收.....	77
附录 A 外挂墙板接缝宽度计算.....	79

1 总则

1.0.1 装配式轻钢龙骨一体化外挂墙板集围护、装饰、防水、保温于一体，采用工厂化生产、装配化施工，具有安装速度快、质量可控、耐久性好、便于保养和维修等特点，符合国家大力发展装配式建筑的方针政策。本标准的制定有利于这一类外挂墙板的正确使用。本技术标准具有以下特点：

1) 针对轻钢龙骨和金属面板或人造面板为结构体系的外挂式墙板，完善了这类外挂墙在抗震、变形、防火、气密、水密、隔声和耐久性能等方面的性能目标和要求，填补了技术标准的空白；

2) 明确了轻钢龙骨墙板的荷载取值规定和结构设计指标，使作为围护结构的外挂墙板的设计与幕墙结构取得了一致；

3) 明确提出和规定了轻钢龙骨墙板及其与主体结构连接节点的计算模型和分析方法，完善了其设计方法，使标准具有较好的可操作性；

4) 细化了轻钢龙骨墙板构件的尺寸允许偏差和安装尺寸允许偏差，以及外观质量缺陷类别；

5) 补充完善了轻钢龙骨墙板质量验收的项目和检验方法。

1.0.2 本标准中轻钢龙骨外挂墙板的适用范围为工业与民用建筑，包括工业厂房、公共建筑和住宅类建筑。

1.0.3 外挂墙板系统的墙板构件、节点连接件的设计工作年限宜与主体结构相同，当外挂墙面设计工作年限小于主体结构时，外挂墙板系统应具备可替换性且不得影响主体结构。

1.0.5 轻钢龙骨外挂墙板为轻钢龙骨和金属面板或人造面板的组合受力体系，因此墙板的设计、制作、施工与验收除执行本标准外，尚应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB50010、《钢结构设计标准》GB50017、《铝合金结构设计规范》GB50429、《建筑抗震设计规范》GB50011、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204、《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205、《铝合金结构工程施工质量验收规范》GB50576、《建筑结构荷载规范》GB50009、《建筑设计防火规范》GB50016 等的有关规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 轻钢龙骨一体化墙板是一种典型的装配式墙板，其中外挂的轻钢龙骨墙板的结构安全性十分重要。一体化墙板要求同时满足建筑和结构性能的要求，包括墙板及其连接节点的承载能力要求、墙板的变形能力要求、墙板与主体结构连接节点适应主体结构位移的能力的要求、防水性能、防火性能要求等。除墙板自身外，墙板中轻钢龙骨与面板的抗剪连接件、墙板与主体结构的连接节点、接缝的防水密封构造、外饰面材料等部位是外挂墙板系统实现以上性能的关键。因此在墙板系统的设计和施工过程中，除墙板构件自身外，对系统中的其他部分也应予以重视。

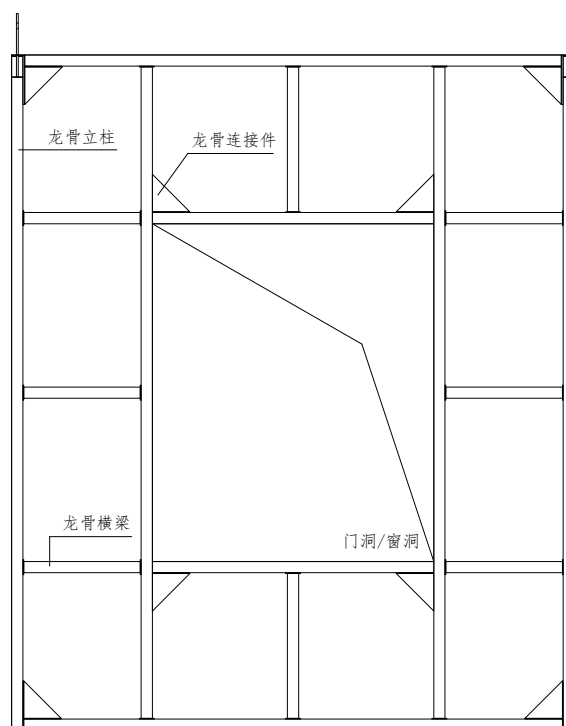
2.1.3 轻钢龙骨外挂墙板通过点支承节点与主体结构进行连接，其与主体结构的连接节点分为承重节点和非承重节点，其中墙板的全部自重荷载通过承重节点传递给主体结构，非承重节点仅承受墙板在风荷载、地震作用等工况下的节点内力。通过合理设计外挂墙板的点支承节点构造，墙板能释放温度作用产生的节点内力，并适应主体结构的变形，从而不产生附加内力。

3 基本规定

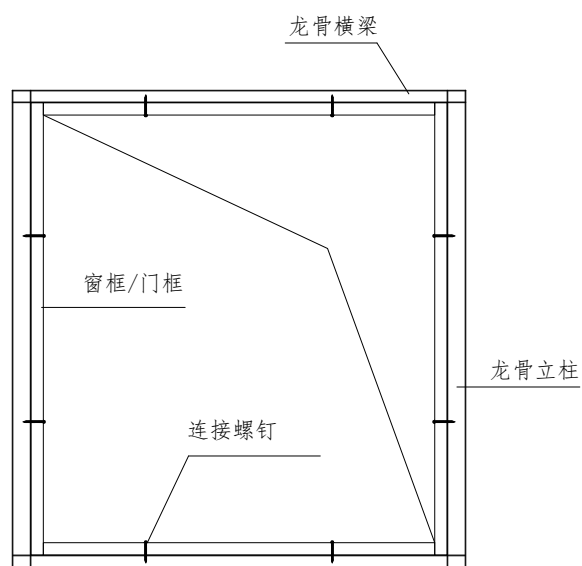
3.0.1 轻钢龙骨外挂墙板对主体结构仅起围护作用,通过点连接方式能适应主体结构的变形、不为主体结构提供额外的刚度,仅将其所受荷载传递给主体结构。

3.0.2 轻钢龙骨外挂墙板中较薄的单层金属面板直接承受垂直于其上的风荷载等并传递给龙骨,为了提高金属面板自身的抗弯刚度可以将板做成弧形、波纹等形状。轻钢龙骨外挂墙板中人造面板具有一定的厚度和抗弯刚度,常采用水泥基材料,也可采用刚度较大的金属复合板。

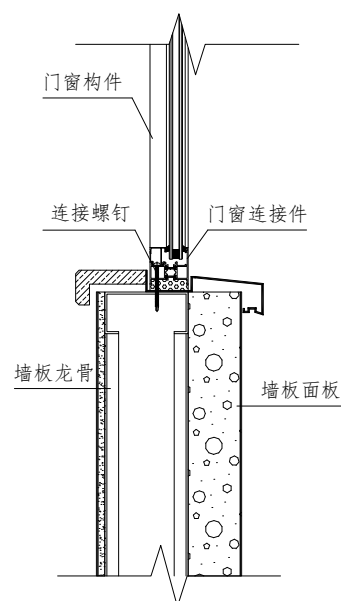
3.0.3 龙骨构造及其与窗框的连接构造可见图1所示。



(a) 墙板龙骨布置平面图



(b)龙骨-窗框连接示意图



(c) 龙骨-窗框连接剖面图

图 1 龙骨的基本构造

3.0.8 外挂墙板系统的气密性可按建筑幕墙气密性的标准实施。当外挂墙板作为装饰构件等开放式外挂墙板系统时，气密性不做要求。

3.0.9 外挂墙板系统的水密性可按建筑幕墙水密性的标准实施。当外挂墙板作为装饰构件等开放式外挂墙板系统时，水密性不做要求。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 材料是保证外挂墙板质量的物质基础。不同厂家或同一厂家不同产地的产品，常会存在质量差异。为保证外挂墙板安全可靠和满足使用要求，外挂墙板选用的材料必须满足设计要求并符合现行国家标准和行业标准。

4.1.2 人员密集场所的建筑外挂墙板，安全性和环境影响成为社会关注的热点，外挂墙板应尽量选用安全性耐久性好的材料，并应符合现行《建筑设计防火规范》GB 50016规定。

4.1.3 统计结果表明，造成火灾中人员伤亡的主要原因之一是烟雾中的有毒气体。因此，外挂墙板应避免使用燃烧后或者高温环境下产生有毒有害气体的材料。

4.1.4 由于外挂墙板处于建筑物的外表面，外挂墙板所用金属构件和金属配件会承受大气环境中各种不利因素的影响。除不锈钢、耐候钢材料外，碳素结构钢、低合金结构钢等金属材料，都应进行热浸镀锌或其他有效的表面防腐处理，铝合金材料进行表面阳极氧化、电泳涂漆、粉末喷涂、氟碳漆喷涂等有效的表面防腐蚀处理，保证外挂墙板的耐久性，防止失效。

4.1.5 新材料的应用推动了外挂墙板行业发展，而材料标准往往滞后于新材料的应用。为了技术进步、“节能减排”，鼓励先进的、节约资源符合环保要求和可循环利用的、鉴定合格的新材料应用于建筑外挂墙板。

4.2 水泥基材料

4.2.1、4.2.2 本条参考现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458、《混凝土外墙挂板》JC/T 2356制定。

4.2.3 超高性能混凝土材料物理力学性能应满足现行团体标准《超高性能混凝土（UHPC）外墙板》T/CBMF 171-2022 T/CCPA 30-2022的要求。

4.2.5、4.2.6、4.2.7 本条中提到的轻骨料混凝土、泡沫混凝土板作为整体式外挂墙板、条板式外挂墙板使用时，应有一定的强度要求。当轻骨料混凝土、泡沫混凝土、聚苯乙烯颗粒泡沫混凝土作为龙骨式外挂墙板的填充材料时，应满足其材料要求。

4.2.10、4.2.11 瓷板、陶板等属于人造板材。根据实际工程经验，陶板取总安全系数 $K=2.8$ ，

材料抗力分项系数2.0。用于重要部位时，可根据实际情况提高总安全系数。陶板的剪切强度取弯曲强度的20%。

4.3 金属材料

4.3.1、4.3.2 碳素钢和低合金结构钢的表面宜热浸镀锌处理，钢构件过长不便于浸锌或构件外露且建筑有美观要求时，可采用氟碳涂层或聚氨酯涂层。焊缝可采用富锌防锈漆涂层。闭口型材（空心型材）。宜采用端部封口措施，防止型材内部腐蚀，提高型材耐久性。采用氟碳漆或聚氨酯漆面漆时，面漆的涂膜厚度，应根据钢构件所处的大气腐蚀性确定，大气腐蚀环境类别得确定，见国家标准《大气环境腐蚀性分类》GB/T 15957。

4.3.3 焊接工艺、焊接材料是钢材之间焊接质量的基本保证。工程中采用的焊接工艺和焊接材料，应符合设计文件和现行国家标准的规定。

4.3.5 奥氏体不锈钢材的防锈能力与其镍、铬含量有关，镍、铬含量越高防锈能力越好。常用的奥氏体不锈钢有S304XX系列和S316XX系列，可根据环境条件选用。与通常用于建筑上的奥氏体不锈钢相比，奥氏体-铁素体型不锈钢具有较高的强度和良好的耐腐蚀性能，其镍含量低于奥氏体型不锈钢。不锈钢材料（管材、棒材、型材）主要用于外挂墙板的连接件和支承结构，其强度设计值比钢结构的安全度略有增大，总安全系数约为1.6。

4.3.6 为防止大气中的酸性物质腐蚀铝合金型材表面，保证型材的外形美观和使用寿命，外挂墙板用铝合金型材应进行表面防护处理。常用的处理方法有阳极氧化、电泳涂漆、粉末喷涂和氟碳喷涂四种，不同的表面处理方法具有不同的耐腐蚀性能。外挂墙板工程设计时，可根据外挂墙板的使用环境、腐蚀介质、浸蚀性作用和使用年限合理选择。铝合金材料强度设计值按铝合金材料力学性能标准值除以抗力分项系数确定。为了便于设计应用，将得到的数值结果取5的整数倍。本条参考现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429制定。现行国家、行业标准对外挂墙板所用牌号的单层铝板的强度设计值未作相应规定。根据实际工程经验，本条单层铝合金板抗拉强度设计值按现行国家标准《一般工业用铝及铝合金板、带材 第2部分：力学性能》GB/T 3880.2规定的屈服强度标准值 $\sigma_{0.2}$ 除以系数1.286采用，抗剪强度设计值取其抗拉强度设计值的0.58倍，相当于总安全系数为1.8。

4.4 保温材料

4.4.1 因建筑节能需要，保温隔热材料在外挂墙板工程中大量使用。易燃或可燃的保温隔热

材料不符合消防要求。

4.4.2 选用岩棉、矿棉、玻璃棉等不燃材料作为外挂墙板的隔热保温材料时，考虑健康环保的要求，保温材料不应采用含石棉的材料。

4.5 防火材料

4.5.2 外挂墙板用防火封堵材料，应具有防火、防烟功能，以防止火灾迅速蔓延，为抢救财产和人员逃生创造机会。防火封堵材料必须能保持整体稳定，不产生移位、脱落等现象，以保证其正常防火功能。玻璃纤维等耐高温性能差的材料，不适用于防火封堵。防火封堵材料和防火密封材料的耐火性能和阻燃性能及其他各项理化性能，应采用符合现行国家标准《防火封堵材料》GB 23864和《建筑用阻燃密封胶》GB/T 24267的规定。

4.6 防水密封材料

4.6.4、4.6.5 硅酮结构密封胶和硅酮建筑密封胶的使用，关系到外挂墙板的安全性、水密性和气密性。产品必须做相容性试验，硅酮结构密封胶还要做剥离粘结性试验和邵氏硬度试验。不得使用未经试验的产品、超过有效期的产品及相容性或其他指标不满足要求产品。本条规定应严格执行。

硅酮建筑密封胶和硅酮结构密封胶在使用前，应进行与其相接触材料（如间隔条、密封垫、定位块及其他有机材料）相容性试验。一旦使用了与密封胶不相容的材料，会导致密封胶的粘结性能下降或丧失，留下质量或安全隐患。由于硅酮结构密封胶是结构连接用材料，关乎建筑外挂墙板结构安全，应进行与面板、金属框架等接触材料的剥离粘结性试验以及拉伸粘接性试验、邵氏硬度试验，以保证结构粘接质量和安全性。

4.7 饰面材料

4.7.7 人造复合板材工程实际中应根据设计要求和规范规定选用。材料选用中要根据工程使用部位不同，特别注意建筑防火设计要求。A 级铝复合板、钛锌复合板、不锈钢复合板等新材料，虽有工程实际应用但尚缺乏系统的归纳和总结。不同厂家的产品质量不一，需调查了解生产企业的产品性能，根据设计要求对材料作必要的试验验证。

4.7.8 GRC板抗弯、抗剪、抗裂强度设计值的确定是一个复杂的问题，涉及材料、养护、制作工艺、使用环境及维护等，《玻璃纤维增强水泥(GRC)建筑应用技术标准》JGJ/T 423提出了

完整的计算方法，但技术要求方面尚难落实，需要专项技术验证确定。

5建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 轻钢龙骨外挂墙板中的人造面板可采用多种类型，不同类型人造面板的外挂墙板及材质的外观表现力不同，经济造价也不同，建筑设计选用外挂墙板应结合建筑外观和结构设计的特点，可通过建筑信息模型技术模拟分析外观效果及构造要求，并为下一制作工序提供技术支持。

5.1.2 外挂墙板应符合建筑工业化的标准设计要求，故应采用模数设计。为确保墙板制作、运输和施工的可行性、安全性，外挂墙板的分格尺寸应结合建筑层高和柱网尺寸，利用标准规格尺寸进行多种组合，减少异形及不规格的外墙板构件，便于工业化生产。

5.1.3 本标准所述的轻钢龙骨外挂墙板是预制的建筑主墙体，不是在砌筑或现浇墙体外侧再挂的墙板，作为主墙体的外挂墙板不仅应满足外墙的防火抗暴、安全防护的要求，还应满足保温、防水、耐久、耐污染等要求。

5.1.4 应考虑预制墙板安装的特点，装配式建筑的雨水排水应首选设置在室内的排水系统，当雨水管设置在墙板外侧时，需在预制墙板上考虑室外雨水管的连接固定装置，且对位要准确，这会给外挂墙板的细部设计提出更高的要求，也给安装施工带来难度，故建筑专业应与给排水专业做好协调，确定雨水排放的最佳方案，尽量避免雨水管敷设于外墙板上。

5.2 防火构造设计

5.2.1 轻钢龙骨外挂墙板作为建筑主墙体，其耐火极限和防火构造应符合现行国家标准、《建筑设计防火规范》GB50016的规定。当发生火灾时，轻钢龙骨高温下融化，为了延缓火灾蔓延，墙板的防火封堵构造应与主体结构牢固连接。建筑设计或外挂墙板深化设计应明确本条提出技术措施要求的细部构造。

5.2.2 本条是对外挂墙板防火封堵的具体技术要求，除采用不燃材料封堵外，还应采取措施避免封堵材料的开裂和脱落。

5.3 防水构造设计

5.3.1 现行全文强制规范《建筑与市政工程防水通用规范》GB55030首次提出了外墙防水等级，根据本标准适用的建筑范围，外挂墙板作为建筑主墙体应为一级防水等级，外挂墙板的防水设计应按照规范要求采取相应的防水技术措施。

5.3.2 本条源自于《建筑与市政工程防水通用规范》GB55030的相关规定，外墙挂板接缝以及门窗框与墙板连接需进行专项构造节点设计和选材，以满足工厂加工、成品保护和现场施工的要求。

5.3.4 本条参考现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458的规定提出。

5.3.5 外挂墙板内侧尤其在层间、转角位置易受结构遮挡，室内进行密封胶施工有难度，所以气密条可能是较好的选择。由于气密条的止水能力有限，对于外挂墙板来说，缝隙内的空腔或者企口形成的等压腔的重力降水，才能更有助于第二道防水。防水密封胶、气密条的设置要求可参见现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458的相关条文说明。

5.3.6 在外挂墙板室内一侧设置内衬墙，是要求层间楼板沿外墙上翻一定高度，且楼面防水层也随之上翻，以避免墙板与楼地面衔接的缝隙产生渗漏，满足卫生间、淋浴间等用水空间的防水要求。内衬墙与外挂墙板应脱离或采用柔性连接，外挂墙板的变形不应影响内衬墙的防水构造。

5.3.7 女儿墙位置内侧不设置混凝土翻边很容易造成屋面漏水，应按有水房间做混凝土翻边，有条件宜至外挂墙板的女儿墙压顶。

5.3.8 本条参照现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458的有关规定。

5.3.10 现行国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》明确规定外墙预埋件和预制部件四周应采用防水密封材料连续封闭，不允许采用普通水泥砂浆进行封堵。

5.4 热工设计

5.4.1 轻钢龙骨外挂墙板可采用不同的保温系统，为避免外墙外保温系统的开裂脱落且减少施工工序确保施工安全，保温一体化外挂墙板系统、夹心保温外挂墙板系统更适合工业化的装配式建筑，对于不设保温层的外挂墙板系统，可在外挂墙板施工完成后采用外墙内保温系

统。

5.4.2 外挂墙板的保温材料选用应符合《建筑防火通用规范》的规定，即按照建筑高度、建筑场所和建筑类型采用相应燃烧性能的保温材料，应与建筑主体设计的防火要求一致。

5.4.3 不同材质的外挂墙板的保温材料热工性能参数和热工性能计算，应符合现行国家和行业相关标准的规定，外挂墙板的内部龙骨尺寸及布置间距的差异与墙板的整体热工性能有关，墙板的传热系数计算不是简单的热阻相加，但当龙骨冷热桥面积比不大于10%时，其影响可忽略不计，考虑到建筑设计阶段因尚未对外墙板深化设计无法确定龙骨布置，为方便建筑设计阶段的节能计算，可先按外挂墙板的构造层热阻的0.9倍计算传热系数，墙板深化设计交付生产制作时，应根据龙骨布置的实际情况得到冷热桥面积比，按冷热桥面积比加权计算复合外墙板是否满足建筑节能设计对外墙板提出的传热系数要求。

5.4.4 外挂墙板是建筑的主墙体，除用水房间需做内衬墙防水外，墙板内不应再设基层墙体，故本条规定内保温层应粘贴在墙板内侧，即保温层与外挂墙板间不应有空腔，墙板内侧粘贴的保温层构造应符合现行行业标准的外墙内保温构造要求。当确需设置内衬墙时，内保温层可贴在内衬墙的室内侧，但内衬墙与外挂墙板之间缝隙应有柔性材料的填充和密封胶封堵。

6 结构设计基本规定

6.1 一般规定

6.1.2 本条文对轻钢外挂墙板系统在持久设计状况下需要开展的承载能力极限状态计算内容进行了规定。外挂墙板在持久设计状况下需要承受自重荷载、风荷载、温度作用等，因此需要对墙板的承载能力极限状态进行计算。外挂墙板依靠节点连接件支承在主体结构上，连接节点是保证外挂墙板安全并正常工作的关键，应对连接节点的承载力进行计算。金属面板或人造面板依靠抗剪连接支承在轻钢龙骨之上，在持久设计状况下抗剪连接需承受的荷载和作用包括外层面板的自重荷载、面外风荷载、温度作用等。为确保持久设计状况下外层面板和抗剪连接的安全性，需对抗剪连接的承载力进行验算，其承载力设计值可由产品标准和产品手册给出、或经试验确定。

6.1.3 本条文对轻钢龙骨外挂墙板系统在持久设计状况下的正常使用极限状态验算内容进行了规定。外挂墙板在面外荷载作用下，应对其面外变形进行验算。对倾斜安装的墙板，自重荷载也会引起面外弯曲效应。水泥基人造面板的裂缝开展将严重影响建筑物的耐久性能和使用功能，因此应控制其裂缝开展，对其裂缝宽度或混凝土拉应力进行验算。正常使用极限状态下，人造面板的裂缝控制应满足本标准第6.1.7条的有关规定。

持久设计状况下，主体结构及外挂墙板的支承构件在恒载、活载、风荷载等荷载作用下将产生变形和位移，为避免外挂墙板影响主体结构受力，防止外挂墙板中产生次应力，外挂墙板应适应主体结构的变形。在持久设计状况下的正常使用极限状态验算中，应验算外挂墙板与主体结构连接节点的变形能力。持久设计状况下，主体结构和外挂墙板在恒载、活载、风荷载、温度等作用下，主体结构和外挂墙板构件均会产生位移和变形，这些位移和变形将引起外挂墙板接缝宽度的变化，接缝宽度的变化对接缝中的弹性密封胶变形能力提出了要求。在给定的弹性密封胶变形能力的基础上，应按照本标准附录 A 的规定进行接缝宽度验算。

6.1.4 本条文对轻钢龙骨外挂墙板系统在短暂设计状况下需要开展的承载能力极限状态计算和拉应力验算内容进行了规定，参照了现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666、《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T458等的有关规定。抗剪连接的抗力设计值应符合相关产品标准的规定、或根据试验进行确定。

6.1.5 轻钢龙骨外挂墙板系统在地震作用下的性能目标：多遇地震作用时，外挂墙板应不受损坏或不需修理可继续使用；抗震设防烈度的设防地震作用时，节点连接件应不受损坏，外挂墙板可能发生损坏，但经一般性修理后仍可继续使用；罕遇地震作用时，外挂墙板不应脱落。本条文给出了为实现此性能目标所需进行的承载力和变形能力验算工作。

6.1.6 多遇地震和设防地震作用下，轻钢龙骨外挂墙板及其节点的作用效应设计值应取作用的地震组合进行计算，其抗力应采用设计值。罕遇地震作用下，外挂墙板和节点的作用效应应取重力荷载代表值效应与地震作用标准值效应之和，其抗力应采用标准值，按材料强度标准值进行计算。

6.2 荷载作用与效应组合

6.2.1 与水平面夹角小于 75° 的建筑幕墙还应考虑雪荷载、活荷载和积灰荷载。外挂墙板的点支承可以适应主体结构及其自身在温度作用下的变形，此时温度作用不会在外挂墙板及连接节点内部产生温度应力，可不考虑温度作用。

6.2.3 本条按照现行国家和行业标准《建筑抗震设计规范》GB50011和《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102进行规定。

6.3 墙体与主体结构的连接设计

6.3.1 轻钢龙骨外挂墙板支承在主体结构上，主体结构施工和墙板制作会存在一定的误差，所以要求外挂墙板的点支承节点构造应能适应、调整和消除这些误差。主体结构在永久荷载、活荷载、风荷载、地震和温度作用下会产生变形(如水平位移和竖向位移等)，墙板的点支承连接也应具有适应主体结构变形的能力。

6.3.2 本条图6.3.2给出了龙骨组合式外挂墙板在实际工程中已有较广泛应用的两种与主体结构的连接方式：四角点上挂下插和四角挂点，分别符合图2(a)和图2(b)的旋转变形和平移变形情况。

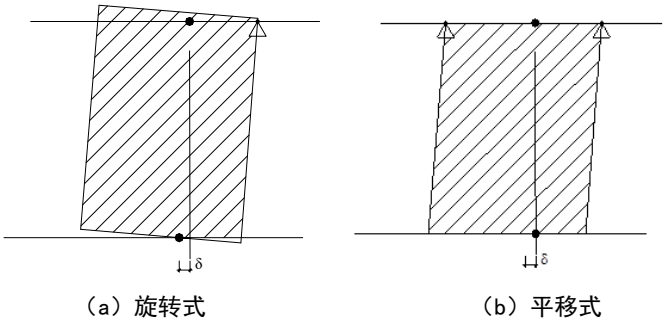


图 2 旋转式与平移式外挂墙板

6.3.3 轻钢龙骨外挂墙板内力和变形研究和推导解析公式或计算图表较为复杂。但采用有限单元方法进行计算分析,可以建立准确的计算模型以模拟外挂墙板与主体结构连接的实际边界支承条件,容易得到较准确的计算分析结果。计算模型应充分考虑连接的类型和方式、连接边界条件、连接点在墙板的相对几何位置、外墙板重心和形心相对于连接节点的偏心或间距等因素。

6.3.4 对于复杂的轻钢龙骨外挂墙板与主体结构的连接节点,当根据相关设计标准无法准确进行其承载能力极限强度设计计算时,可采用精细化有限单元法进行验证。

6.3.7 槽式预埋件及其T型螺栓的锚固连接,应按照现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017和《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定进行设计,并宜通过试验确定槽式预埋件的锚固连接承载力。槽式预埋件的中心线与混凝土构件边缘的距离应根据构件的受力状态确定,且不宜小于100mm,钢筋的混凝土保护层厚度不应小于30mm,锚筋(锚爪)应位于主筋内侧。

6.4 墙板设计与计算

6.4.1 龙骨组合式外挂墙板的墙身构造复杂,宜建立包含面板的板壳单元、龙骨的梁单元和抗剪连接的墙板细化有限单元模型进行计算分析。对于采用整块人造面板的墙板,计算模型应考虑龙骨构件之间实际连接对刚度的影响。

对于采用薄层金属板或分块人造条板的龙骨组合式墙板,可以忽略金属面板和条板的刚度贡献进行龙骨内力和挠度的计算。计算金属面板或条板时,可以视龙骨为面板的刚性边界、忽略龙骨变形对面板的影响。金属面板较薄时几何非线性效应较显著,可考虑其有利影响。

对于具有面外弯曲刚度的整块人造面板,龙骨和人造面板在面外荷载作用下协同变形,当两者之间抗剪连接的抗剪刚度无穷大时,两者构成了抵抗弯曲变形的完全组合截面;当抗剪刚度为0时,两者以简单叠置截面形式抵抗弯曲变形。真实的抗剪连接剪切刚度介于0和无穷大之间。对常用墙板的试算表明,两种截面模型下墙板内力计算结果的大小取决于人造面板和龙骨的刚度组合情况。为方便计算分析,本节规定可以偏于安全地按两种截面模型进行包络计算取内力的较大值。

当按简单叠置截面模型计算挠度时,计算结果可能偏大,所以本条规定有试验依据时可以考虑组合效应进行墙板挠度的计算。

6.4.2 当采用多块人造面板时，龙骨与墙板之间的抗剪连接只承受人造面板的自重作用，不承受墙板弯曲产生的剪力。采用整块人造面板时，龙骨与面板之间的抗剪连接既承受人造面板的自重作用，同时又承受墙板弯曲造成的剪力。可建立整块人造面板的板单元与龙骨的梁单元及抗剪连接的细化有限单元模型，假定抗剪连接剪切刚度无穷大，这样计算获得的抗剪连接的剪力偏大，所得结果偏于安全。

6.4.3 人造面板设计中裂缝如按三级设计，其与龙骨的共同作用效应十分复杂，难以建立准确的计算分析模型。实现人造面板裂缝的二级设计并不困难。

6.4.4 罕遇地震作用下人造面板表面一旦开裂，抗剪件所受剪力将逐渐减小，所以可将开裂时抗剪件的剪力作为最大剪力。

6.4.5 龙骨组合式墙板在设防地震下的变形能力主要通过墙板之间的接缝宽度予以实现。

6.5 墙板的构造设计

6.5.2 考虑混凝土材料面板与钢龙骨共同作用时，混凝土材料面板厚度不宜超过钢龙骨截面高度；混凝土板托高度不宜超过翼板厚度的1.5倍。有板托的组合梁边梁混凝土翼板伸出长度不宜小于板托高度；无板托时，伸出钢龙骨中心线不应小于150mm、伸出钢龙骨翼缘边不应小于50mm，板托边缘距抗剪连接件外侧的距离不得小于40mm，同时板托外形轮廓应在抗剪连接件根部算起的45° 仰角线之外，如图4所示。

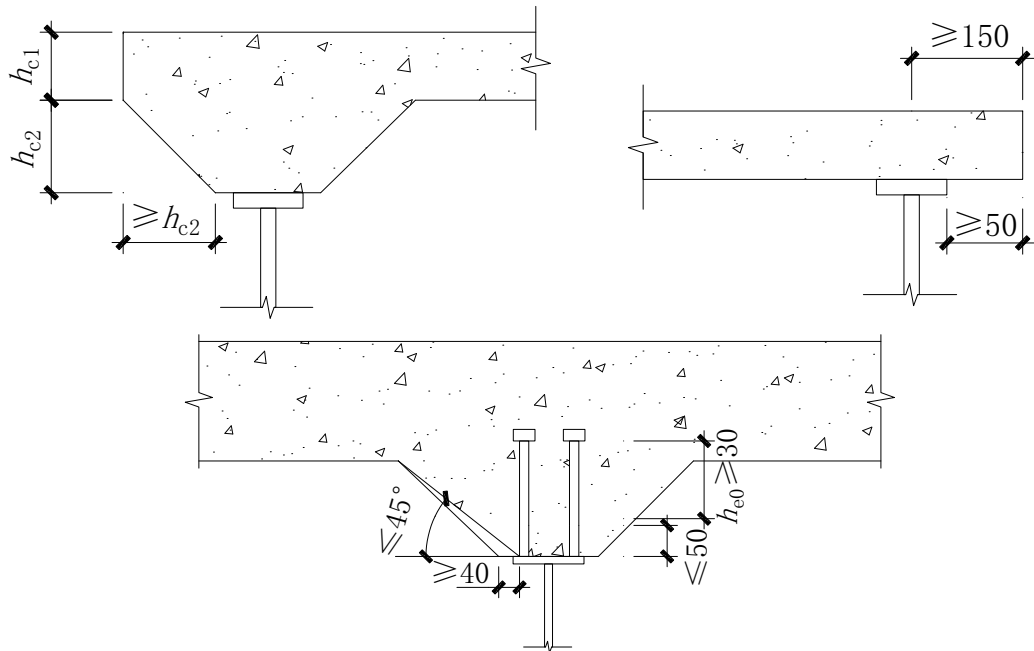


图 4 混凝土面板的构造要求

6.5.3 复合面板的设计应符合下列要求：

- 1 复合面板芯层不应外露，宜采用金属镶嵌边框、面层材料折边或采用硅酮密封胶等方式封闭。金属夹心复合板面层厚度不应小于 0.8mm，背层厚度不应小于 0.5mm。
- 2 铝蜂窝板面层厚度不应小于 1mm。10mm 厚铝蜂窝板背层厚度不应小于 0.7mm，厚度大于 10mm 的铝蜂窝板背层厚度不应小于 0.8mm。四周自然折边或镶框，蜂窝不应外露。
- 3 安装在转角处板边外露的蜂窝板应封边处理。

6.5.5 龙骨横梁矩形腔体高度不应小于50mm，龙骨立柱截面宽度宜取不小于层高的1/80且不小于60mm，龙骨构件截面高宽比应满足以下规定：

- 1 截面高度（圆柱为直径）不宜小于构件计算长度的 1/30。
- 2 矩形截面高宽比应大于 1.0 小于 6.0，不宜大于 4.0。
- 3 工字钢截面翼缘宽度宜取截面高度的 1/2~1/4。

龙骨构件截面自由挑出部位和双侧加劲部位（图 5）的宽厚比 b_0/t 应满足表 1 的要求。

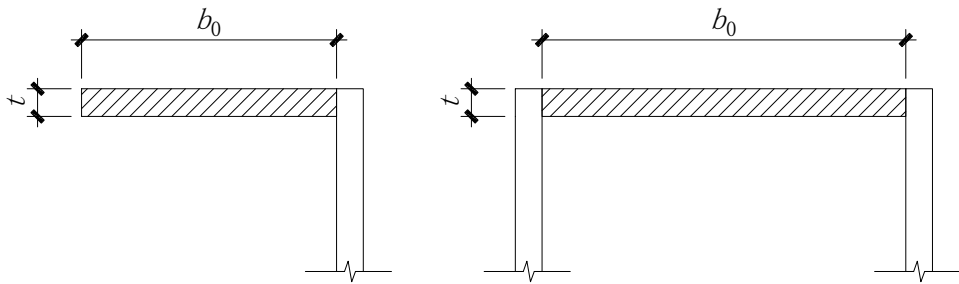


图 5 龙骨构件截面部位示意

表 1 龙骨构件截面宽厚比 b_0/t 限值

截面部位	铝 型 材				钢 型 材	
	6060-T5	6060-T6	6063-T6 6063A-T6	6005-T5	Q235	Q345
	6063-T5	6463-T6		6005-T6		
	6463-T5	6463A-T6		6061-T6		
	6463A-T5	6063A-T5				
自由挑出	17	15	13	12	15	12
双侧加劲	50	45	40	35	40	33

当构件跨度不大于 1.2m 时，铝合金型材截面主要受力部位的厚度不应小于 2.0mm；当构件跨度大于 1.2m 时，其截面主要受力部位的厚度不应小于 2.5mm。冷成型薄壁型钢截面有效受力部位的厚度不应小于 2.0mm。热轧钢型材截面主要受力部位的厚度不应小于 3.0mm。除热轧型材外，焊接部位厚度不应小于 4.0mm。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/456041225240010101>