

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2015年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标[2014]189号)的要求,规程编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,编制了本规程。

本规程的主要技术内容是:1.总则;2.术语和符号;3.基本规定;4.建筑与节能设计;5.结构设计;6.施工;7.验收。

本规程由住房和城乡建设部负责管理,由集佳绿色建筑科技有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送集佳绿色建筑科技有限公司(地址:辽宁省鞍山市千山区千山路302号,邮政编码:114044)。

本规程主编单位:集佳绿色建筑科技有限公司
青岛建安建设集团有限公司

本规程参编单位:大连理工大学
中国建筑科学研究院
辽宁科技大学
同济大学
沈阳建筑大学
大连市建筑科学研究设计院

本规程主要起草人员:潘常升 柳长庆 李 钢 田雨泽
李兆龙 李宏男 宋 波 柳永詮
胡君一 周静海 欧阳鑫玉 毕万利
高汉民 丁向群 王凤池 王 伟
王英南 王建超 刘鹏飞

本规程主要审查人员：程绍革 李 莉 王存贵 王桂玲
苏 波 栾景阳 李清海 王云新
费毕刚 薛 峰 姜绍飞

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	2
3	基本规定	4
3.1	一般规定	4
3.2	金属尾矿多孔混凝土	4
3.3	金属构件	5
3.4	面板	5
4	建筑与节能设计	6
4.1	一般规定	6
4.2	建筑设计	6
4.3	构造措施	7
4.4	节能设计	13
5	结构设计	14
5.1	一般规定	14
5.2	荷载与作用效应	14
5.3	承载力验算	15
6	施工	19
6.1	一般规定	19
6.2	施工准备	19
6.3	龙骨架体制作与安装	19
6.4	面板裁制与拼装	20
6.5	灌注	21
6.6	养护	22

7 验收	23
7.1 一般规定	23
7.2 主控项目	24
7.3 一般项目	25
本规程用词说明	26
引用标准名录	27

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

Content

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	Basic Requirements	4
3.1	General Requirements	4
3.2	Metal Tailing Porous Concrete	4
3.3	Metal Components	5
3.4	Panels	5
4	Architectural and Energy Efficiency Design	6
4.1	General Requirements	6
4.2	Architectural Design	6
4.3	Construction Measures	7
4.4	Energy Efficiency Design	13
5	Structural Design	14
5.1	General Requirements	14
5.2	Loads and Action Effects	14
5.3	Calculation of Bearing Capacity	15
6	Construction	19
6.1	General Requirements	19
6.2	Construction Preparations	19
6.3	Manufacture and Installation for Furring Frames	19
6.4	Tailoring and Assembling for Panels	20
6.5	Pouring	21
6.6	Maintenance	22

7 Acceptance	23
7.1 General Requirements	23
7.2 Dominant Items	24
7.3 Ordinary Items	25
Explanation of Wording in This Specification	26
List of Quoted Standards	27

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

1 总 则

1.0.1 为推动金属尾矿工业固废资源的再生利用，规范现浇金属尾矿多孔混凝土复合墙体的设计、施工及验收，做到技术先进、安全适用、经济合理、保证工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于建筑中以现浇金属尾矿多孔混凝土复合墙体作为非承重墙体的设计、施工及验收。

1.0.3 现浇金属尾矿多孔混凝土复合墙体的设计、施工及验收，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 金属尾矿多孔混凝土 metal tailing porous concrete

以金属尾矿粉、水泥基胶凝材料、水为主要成分，同时掺加增强纤维、发泡剂、外加剂等其他功能组分，按一定比例采用现浇泡沫混凝土复合墙体智能灌注机制备的浆料经发泡工艺制成的轻质混凝土。

2.1.2 现浇金属尾矿多孔混凝土复合墙体 composite walls with cast-in-situ metal tailing concrete

采取泵送灌注工艺将金属尾矿多孔混凝土拌合物填充于由龙骨和面板构成的墙体骨架空腔内形成的夹芯墙体，简称复合墙体。

2.2 符号

2.2.1 作用和作用效应

F_{Ek} ——墙体的水平地震作用标准值；

G ——墙体重力荷载标准值；

M_d ——无地震作用组合时计算截面的弯矩设计值；

M_E ——地震作用组合时计算截面的弯矩设计值；

N_d ——无地震作用组合时计算截面的轴向力设计值；

N_E ——地震作用组合时计算截面的轴向力设计值；

S_d ——无地震作用效应组合的设计值；

S_E ——地震作用效应组合的设计值；

S_{Ehk} ——水平地震作用标准值的效应；

S_{Gk} ——重力荷载标准值的效应；

S_{wk} ——风荷载标准值的效应；

V_d ——无地震作用组合时连接部位的剪力设计值；

V_E ——地震作用组合时连接部位的剪力设计值。

2.2.2 材料性能和抗力

f ——材料强度设计值；

V_f ——单个螺钉的受剪承载力设计值；

V_0 ——单个膨胀螺栓的受剪承载力设计值。

2.2.3 几何参数

A ——截面净面积；

b ——墙长范围内的洞口宽度；

d ——螺钉直径；

h ——墙厚；

H_0 ——墙体的计算高度；

L ——墙长；

t ——较薄板的厚度；

t_1 ——较厚板的厚度；

W ——截面抵抗矩；

β ——高厚比。

2.2.4 计算系数及其他

n ——连接部位的螺钉个数；

α_{\max} ——水平地震影响系数最大值；

γ_0 ——结构重要性系数；

γ_G ——重力荷载分项系数；

γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数；

γ_w ——风荷载分项系数；

μ_1 ——非承重墙允许高厚比修正系数；

μ_2 ——有门窗洞口墙允许高厚比修正系数；

ζ ——多个螺钉连接的承载力折减系数。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 复合墙体材料应符合设计要求和国家现行相关标准的规定。

3.1.2 复合墙体内不应含有石棉纤维、未经防腐和防虫蛀处理的植物纤维，并应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 和《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定。

3.1.3 复合墙体的物理力学性能应符合现行国家标准《金属尾矿多孔混凝土夹芯系统复合墙板》GB/T 33600 的规定。

3.1.4 复合墙体宜采用现浇泡沫混凝土复合墙体智能灌注机进行现场灌注。灌注机应符合现行国家标准《现浇泡沫混凝土复合墙体智能灌注机》GB/T 32990 的规定。

3.2 金属尾矿多孔混凝土

3.2.1 金属尾矿多孔混凝土原材料应符合现行国家标准《金属尾矿多孔混凝土夹芯系统复合墙板》GB/T 33600 的规定。

3.2.2 金属尾矿多孔混凝土性能应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 金属尾矿多孔混凝土性能

项 目	指 标		检验方法
	内墙	外墙	
表观密度 (kg/m ³)	400~500	300~400	JG/T 266
抗压强度 (MPa)	≥1.5	≥1.0	JG/T 266
抗拉强度 (MPa)	≥0.10		JGJ 144
拉伸粘结强度 (MPa)	≥0.10		JGJ 144

续表 3.2.2

项 目	指 标		检验方法
	内墙	外墙	
干燥收缩值 (%)	≤0.9		GB/T 11969
导热系数[W/(m·K)]	≤0.080	≤0.075	GB/T 10294
燃烧性能	A 级		GB 8624

3.3 金属构件

3.3.1 龙骨材料应符合现行国家标准《连续热镀锌钢板及钢带》GB/T 2518 的规定，质量应符合现行国家标准《建筑用轻钢龙骨》GB/T 11981 的规定。

3.3.2 缀板、钢带、连接件钢材宜采用建筑常用低碳钢材，并应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的规定。

3.3.3 固定面板螺钉应符合现行国家标准《十字槽沉头自钻自攻螺钉》GB/T 15856.2 的规定。

3.4 面 板

3.4.1 复合墙体外墙外侧面板宜采用水泥板，其物理性能及力学性能应符合现行行业标准《外墙用非承重纤维增强水泥板》JG/T 396 的规定。

3.4.2 复合墙体外墙内侧面板、内墙面板宜采用水泥板，其物理性能及力学性能应符合现行行业标准《纤维水泥平板 第1部分：无石棉纤维水泥平板》JC/T 412.1 的规定。

4 建筑与节能设计

4.1 一般规定

- 4.1.1 复合墙体节能设计应符合国家现行相关建筑节能设计要求。
- 4.1.2 复合墙体应满足保温、隔声、防火、防水等技术要求，并应满足室内装修的设计要求。
- 4.1.3 对悬挂重物的复合墙体应采取加强措施。
- 4.1.4 复合墙体不得在下列部位使用：
 - 1 建筑物防潮层以下部位；
 - 2 受化学侵蚀的环境；
 - 3 墙体表面经常处于 80℃ 以上的高温环境。

4.2 建筑设计

- 4.2.1 复合墙体的厚度应根据保温隔热、建筑隔声和耐火极限要求及组成材料性能确定，并应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的规定。
- 4.2.2 复合墙体应满足建筑围护和隔声设计要求，耐火极限应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。空气声计权隔声量及室内允许噪声等级应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的规定。外墙体的特殊部位应采用有效保温措施，墙体内表面温度不应低于露点温度，并应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的防潮设计要求。
- 4.2.3 复合墙体外墙防水设计应符合下列规定：
 - 1 伸出墙外的雨篷、开敞式阳台、室外空调机隔板、遮阳板、窗套、外楼梯根部及水平装饰线脚处，均应采取保温和防水

措施；

2 外牆面上水平方向的线脚、窗台等凹凸部分应采取泛水和滴水构造措施；

3 门窗洞口、女儿墙以及封闭阳台、凸窗等结构性热桥部位，应采取密封和防水构造措施；

4 当在复合墙体上安装设备及管道时，应采取预埋、预留及密封、防水构造措施。

4.2.4 当复合墙体作为外墙时，其节点接缝应满足保温、防裂和防水的要求，并应符合下列规定：

1 门窗洞口附近的面板应选用角部无缝或有加强措施的专用洞边板；

2 接缝及窗口应进行防水设计，应按接缝的特点及当地气候特点，选用构造防水、材料防水或二者结合的有效防水措施；

3 接缝的构造作法及防水材料、嵌缝材料及其保护层材料的耐热性能、抗冻性、粘结强度、抗裂性、耐久性等应满足接缝防水设计要求。

4.2.5 民用建筑中的厨卫间隔墙应满足防水、暗埋及吊挂的要求；处于潮湿环境的墙体，应采取防潮措施。

4.3 构造措施

4.3.1 复合墙体可分为格构式龙骨柱和实腹式龙骨柱两种形式（图 4.3.1）。

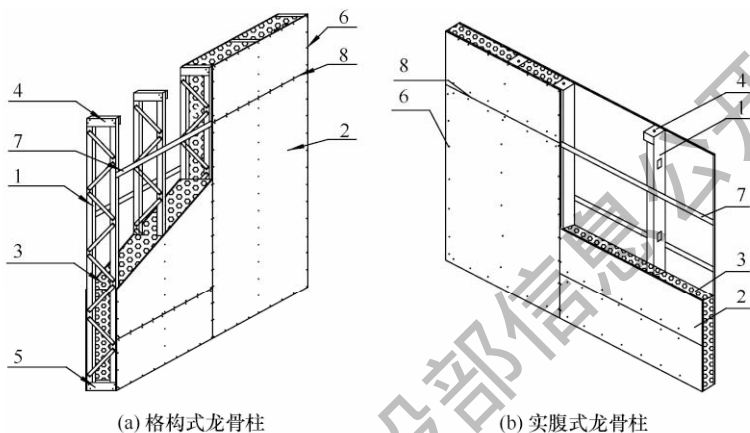
4.3.2 实腹式龙骨柱（除边龙骨柱、附加龙骨柱外）应设置浆料流动孔，并应符合下列规定：

1 孔的宽度不应大于龙骨柱截面高度的 $1/2$ ，且不应大于 50mm，孔的高度不宜大于 80mm；

2 孔的中心线应与龙骨柱截面中心线重合，孔的中心距宜为 600mm，端部孔的中心与上下支座的距离宜为 300mm；

3 应机械成孔，不得采用电焊或气焊烧孔。

4.3.3 复合墙体龙骨柱缀板应符合下列规定（图 4.3.3）：

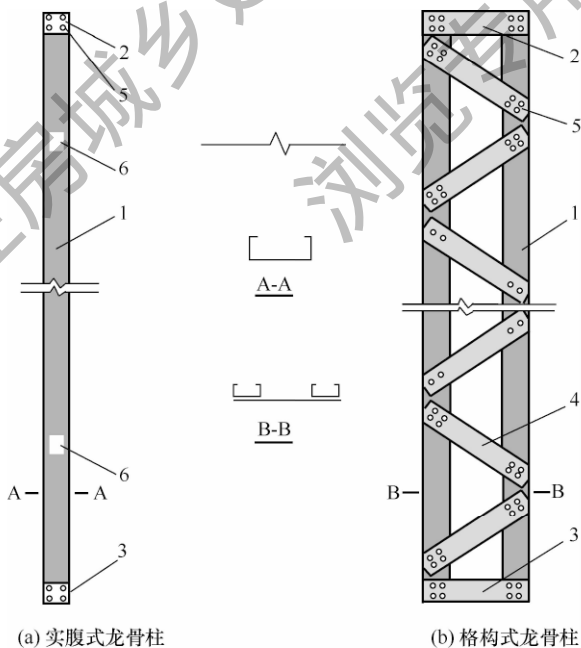


(a) 格构式龙骨柱

(b) 实腹式龙骨柱

图 4.3.1 复合墙体基本构造

1—龙骨柱；2—面板；3—金属尾矿多孔混凝土；4—上支座板；5—下支座板；
6—螺钉；7—钢带；8—水平接缝



(a) 实腹式龙骨柱

(b) 格构式龙骨柱

图 4.3.3 龙骨柱形式

1—竖龙骨；2—上支座板；3—下支座板；4—缀板；5—螺钉；6—浆料流动孔

- 1 柱肢的缀板应位于同一平面；
- 2 缀板的厚度不应小于柱肢壁厚的 1.5 倍，宽度不应小于 75mm；
- 3 缀板布置宜上下对称；缀板与柱肢的夹角宜为 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，且应保持一致；相邻缀板的近端净距不宜大于 200mm；
- 4 缀板与柱肢应采用规格 ST5.5 螺钉连接，缀板与柱肢连接部位应设 2 个螺钉，并应布置在缀板的中心线上；柱的上下端应各设置两块缀板，其与柱肢连接部位应设 4 个螺钉，并沿缀板中心线双排对称布置；螺钉距钢板边的尺寸不应小于 2 倍螺钉直径，中心距不应小于 2.5 倍的螺钉直径。

4.3.4 上下支座板（图 4.3.4）应符合下列规定：

- 1 实腹式龙骨柱壁厚不应小于 1.0mm，格构式龙骨柱壁厚不应小于 1.2mm；
- 2 支座板与龙骨柱连接宜采用 ST5.5 螺钉，且一端不应少于 4 个；
- 3 下支座板中部应设螺栓孔，孔径应比膨胀螺栓直径大 2mm，且不得小于 10mm；上支座板中部应设条形螺栓孔，两端为半圆形，直径比膨胀螺栓直径大 2mm，且不得小于 10mm，孔中心距宜为 20mm。

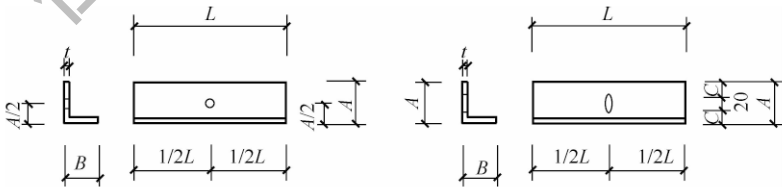


图 4.3.4 支座板示意图

L —长度； A —与主体结构连接的肢宽； B —与龙骨柱连接的肢宽；
 C —条形螺栓孔距板边的净距； t —厚度

4.3.5 龙骨架体应由龙骨柱、钢带以及龙骨窗台梁和龙骨过梁利用连接件拼接而成（图 4.3.5），其构造应符合下列规定：

1 龙骨柱沿墙体长度方向宜等距离布置，龙骨间距应与面板规格匹配，且不应大于 600mm；

2 门窗洞口两侧应设附加龙骨柱，门窗洞口上下应设置龙骨过梁及龙骨窗台梁；龙骨过梁及龙骨窗台梁应固定在附加龙骨柱上；附加龙骨柱和龙骨过梁及龙骨窗台梁的开口应背向洞口；

3 龙骨柱之间及龙骨柱与附加龙骨柱之间均应采用钢带连接，龙骨与钢带之间应采用螺钉连接。

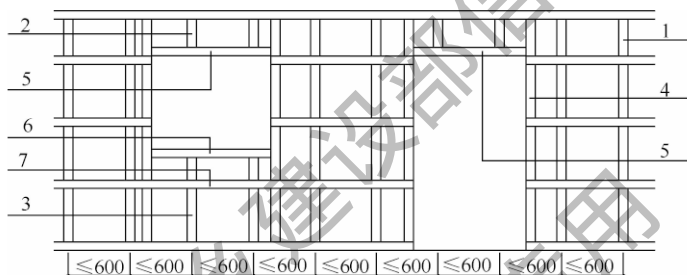


图 4.3.5 龙骨架体基本构造

1—龙骨柱；2—洞上龙骨柱；3—洞下龙骨柱；4—附加龙骨柱；

5—龙骨过梁；6—龙骨窗台梁；7—钢带

4.3.6 复合墙体构造应符合下列规定：

1 复合墙体与主体墙或柱应采用柔性连接，可预设龙骨固定件，龙骨固定件宜采用射钉与主体结构固定连接，龙骨固定件应符合现行国家标准《建筑用轻钢龙骨》GB/T 11981 的规定，射钉应符合现行国家标准《射钉》GB/T 18981 的规定；墙端与主体墙或柱之间应设 20mm 缝隙，缝内填充材料可采用燃烧性为 B1 级的 EPS 板或 XPS 板，缝隙端部应采用密封胶封缝（图 4.3.6-1）；

2 当复合墙体底部与主体结构连接时，可预设下支座板，下支座板宜采用膨胀螺栓与主体结构固定连接（图 4.3.6-2）；

3 当复合墙体顶部与主体结构连接时，可预设上支座板，上支座板宜采用膨胀螺栓与主体结构滑动连接（图 4.3.6-3）；墙顶与梁底之间应设 20mm 缝隙，缝隙内填充柔性材料。

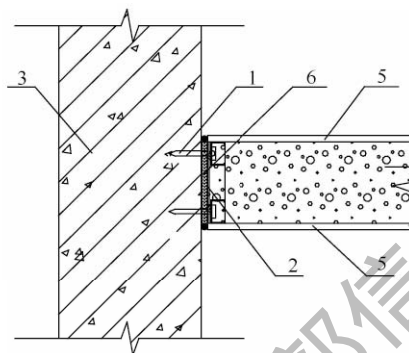


图 4.3.6-1 复合墙体与主体墙或柱连接示意图

1—射钉；2—龙骨固定件；3—主体墙或柱；4—芯材；5—面板；6—柔性材料

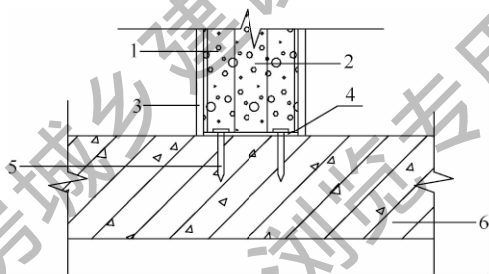


图 4.3.6-2 复合墙体底部连接示意图

1—龙骨；2—芯材；3—面板；4—下支座板；5—膨胀螺栓；6—主体结构

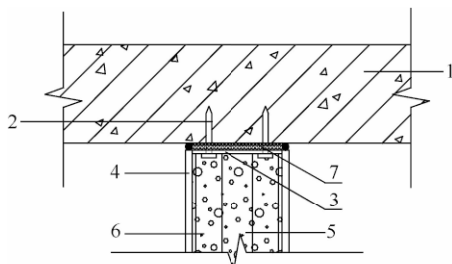


图 4.3.6-3 复合墙体顶部连接示意图

1—主体结构；2—膨胀螺栓；3—上支座板；4—面板；
5—芯材；6—龙骨；7—柔性材料

4.3.7 当复合墙体高度超过 4.5m 时，应在复合墙体半高处设置与建筑主体结构连接且沿复合墙体全长贯通的钢筋混凝土现浇带，现浇带应与复合墙体同宽，截面高度宜为 200mm，水平方向应配置 4 根直径不小于 12mm 的钢筋，箍筋直径不宜小于 8mm，箍筋间距不宜大于 200mm；当复合墙体连续长度超过 12m 时，应设置伸缩缝。

4.3.8 面板应采用十字槽沉头自钻自攻螺钉与龙骨柱、钢带固定，并应符合下列规定：

- 1 螺钉不应小于 ST4.2；
- 2 螺钉距面板侧边宜为 10mm~15mm，距上下板端宜为 15mm~20mm；
- 3 螺钉间距限值应符合表 4.3.8 的规定；

表 4.3.8 螺钉间距限值（mm）

部 位	面板边部	其他部位
内墙	≤200	≤300
外墙	≤150	≤200

- 4 螺钉应沉入面板表面 0.5mm~1.0mm。

4.3.9 面板接缝应符合下列规定：

- 1 同一龙骨柱两侧不得同时出现竖向接缝，两侧面板及同侧面板的水平接缝应错开 200mm 及以上；
- 2 接缝的宽度宜为 3mm~5mm，高度差不应大于 1.5mm，缝内应采用弹性密封胶塞填密实；
- 3 外墙外侧面板连接处应采用密封胶嵌缝；
- 4 接缝部位应进行防裂处理；
- 5 阴阳角处的接缝宜设护角。

4.3.10 当复合墙体预埋水电管线时，水电管线与线盒应与轻钢龙骨连接牢固。

4.3.11 当复合墙体预埋的水管、电箱、柜等开洞处与竖龙骨位置冲突时，应调整竖龙骨布置，不得切断龙骨。

4.4 节能设计

4.4.1 复合墙体的传热系数 K 值和热惰性指标 D 值应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 规定计算。

4.4.2 居住建筑复合墙体的平均传热系数应按现行行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75 和《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134 计算；公共建筑的平均传热系数应按现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 计算。

4.4.3 在严寒、寒冷和夏热冬冷地区，与复合墙体连接的钢筋混凝土梁、柱等热桥部位外侧，应进行断桥处理。

5 结构设计

5.1 一般规定

- 5.1.1 复合墙体的安全等级和使用年限应与主体结构相同。
- 5.1.2 复合墙体及其连接除应按本章要求进行结构设计计算外，并应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定。
- 5.1.3 复合墙体设计应符合现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 中夹心墙的有关规定。
- 5.1.4 当复合墙体结构设计计算时，不计入分担主体结构承受的荷载和作用，只计入承受直接施加于其上的荷载和作用。
- 5.1.5 复合墙体及其连接的受力计算，应包括下列效应及其组合：
- 1 自重及悬挂荷载效应；
 - 2 风荷载效应；
 - 3 地震作用效应。
- 5.1.6 在结构设计说明中，应明确龙骨柱及连接构件钢材质量等级要求，钢板厚度不得出现负偏差。

5.2 荷载与作用效应

- 5.2.1 复合墙体自重荷载标准值采用应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定。
- 5.2.2 效应组合设计值应符合下列规定：
- 1 无地震作用组合时应按下式计算：

$$S_d = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_W S_{Wk} \quad (5.2.2-1)$$

式中： S_d ——无地震作用效应组合的设计值；

γ_G ——重力荷载分项系数，取 1.2；

- γ_w ——风荷载分项系数，取 1.4；
 S_{Gk} ——重力荷载标准值的效应；
 S_{Wk} ——风荷载标准值的效应。

2 有地震作用组合时应分别按下列公式计算并取最大值：

$$S_E = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + 0.6 \gamma_w S_{Wk} \quad (5.2.2-2)$$

或

$$S_E = \gamma_G S_{Gk} + 0.6 \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \gamma_w S_{Wk} \quad (5.2.2-3)$$

式中： S_E ——地震作用效应组合的设计值；

γ_{Eh} ——水平地震作用分项系数，取 1.3；

S_{Ehk} ——水平地震作用标准值的效应。

5.2.3 作为外墙的复合墙体墙面上的风荷载标准值应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 计算，且不应小于 1.0 kN/m^2 ；内墙可不考虑风荷载。

5.2.4 复合墙体自重产生的水平地震作用标准值应按下列公式计算：

$$F_{Ek} = 2.5 \alpha_{\max} G \quad (5.2.4)$$

式中： F_{Ek} ——垂直于墙体平面方向的水平地震作用标准值 (kN)；

α_{\max} ——水平地震影响系数最大值，按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 确定；

G ——复合墙体的重力荷载标准值 (kN)。

5.3 承载力验算

5.3.1 复合墙体承载力验算应符合下列规定：

- 1 应仅承受龙骨、面板、抹灰层、饰面层和芯材的自重荷载以及吊顶、管线、天窗、风帽等悬挂或建筑设施的附属荷载；
- 2 应计入垂直于墙体平面方向的水平风荷载和水平地震作用；
- 3 水平风荷载和水平地震作用产生的内力应由龙骨柱承担，与主体结构连接处的剪力应由连接件承担；
- 4 复合墙体宜按上下端与主体结构铰接的单向板设计；
- 5 可不计楼层相对水平位移的影响，可不进行复合墙体的

挠度计算。

5.3.2 复合墙体高厚比应按下列公式验算：

$$\beta \leq \mu_1 \mu_2 [\beta] \text{ 且 } \beta = \frac{H_0}{h} \quad (5.3.2-1)$$

$$1 \geq \mu_2 = 1 - 0.4 \frac{b}{L} \geq 0.7 \quad (5.3.2-2)$$

式中： β ——高厚比；

H_0 ——墙体的计算高度，取墙体高度（mm）；

h ——墙厚（mm）；

μ_1 ——非承重墙允许高厚比修正系数；

μ_2 ——有门窗洞口墙允许高厚比修正系数；

L ——墙长（mm）；

b —— L 范围内的洞口宽度（mm）；

$[\beta]$ ——允许高厚比，取22。

5.3.3 龙骨柱应按下列规定进行承载力验算：

1 龙骨柱上下端支座与主体结构连接应假定为铰接；

2 格构式龙骨柱柱肢应按连续梁计算，缀板、支座板与柱肢连接应假定为铰接；

3 附加龙骨柱与龙骨过梁、龙骨窗台梁连接应假定为铰接；

4 龙骨柱强度应按拉弯或压弯构件验算。

5.3.4 格构式龙骨柱柱肢承载力验算应符合下列规定：

1 无地震作用组合时应按下式验算：

$$\gamma_0 \left(\frac{M_d}{W} + \frac{N_d}{A} \right) \leq f \quad (5.3.4-1)$$

式中： M_d ——无地震作用组合时计算截面弯矩设计值；

N_d ——无地震作用组合时计算截面轴向力设计值；

W ——截面抵抗矩；

A ——截面净面积；

γ_0 ——结构重要性系数；

f ——钢材抗拉、抗压强度设计值，按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 采用。

2 有地震作用组合时应按下式验算：

$$\frac{M_E}{W} + \frac{N_E}{A} \leq f/\gamma_{RE} \quad (5.3.4-2)$$

式中： M_E ——地震作用组合时计算截面的弯矩设计值；

N_E ——地震作用组合时计算截面的轴向力设计值；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，取 0.90。

5.3.5 缀板承载力应符合下列规定：

1 无地震作用组合时应按下式验算：

$$\gamma_0 \frac{N_d}{A} \leq f \quad (5.3.5-1)$$

2 有地震作用组合时应按下式验算：

$$\frac{N_E}{A} \leq f/\gamma_{RE} \quad (5.3.5-2)$$

式中： N_d ——无地震作用组合时计算截面轴向力设计值；

N_E ——地震作用组合时计算截面的轴向力设计值；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，取 0.90；

A ——截面净面积；

γ_0 ——结构重要性系数；

f ——钢材抗拉、抗压强度设计值，按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 采用。

5.3.6 螺钉抗剪承载力应符合下列规定：

1 无地震作用组合时应按下式验算：

$$\gamma_0 V_d \leq \zeta n V_f \quad (5.3.6-1)$$

2 地震作用组合时应按下式验算：

$$V_E \leq \zeta n V_f / \gamma_{RE} \quad (5.3.6-2)$$

$$\xi = 0.535 + \frac{0.465}{\sqrt{n}} \quad (5.3.6-3)$$

式中： V_d ——无地震作用组合时连接部位的剪力设计值；

V_E ——地震作用组合时连接部位的剪力设计值；

n ——连接部位的螺钉个数；

ζ ——多个螺钉连接的承载力折减系数；

V_f ——单个螺钉的受剪承载力设计值；

γ_0 ——结构重要性系数；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，取 0.90。

5.3.7 单个螺钉的受剪承载力设计值可按下列公式计算：

1 当 $\frac{t_1}{t} = 1$ 时

$$V_f = 3.7\sqrt{t^3df} \quad (5.3.7-1)$$

且

$$V_f \leq 2.4tdf \quad (5.3.7-2)$$

2 当 $\frac{t_1}{t} \geq 2.5$ 时

$$V_f = 2.4tdf \quad (5.3.7-3)$$

3 当 $\frac{t_1}{t}$ 介于 1 和 2.5 之间时， V_f 可按第 1、2 款计算值插值得。

式中： V_f ——单个螺钉的受剪承载力设计值 (N)；

d ——螺钉直径 (mm)；

t ——较薄板 (钉头侧) 的厚度 (mm)；

t_1 ——较厚板 (钉尖侧) 的厚度 (mm)；

f ——被连接材料的抗拉强度设计值 (N/mm²)。

5.3.8 膨胀螺栓受剪承载力应符合下列规定：

1 无地震作用组合时应按下式验算：

$$\gamma_0 V_d \leq nV_0 \quad (5.3.8-1)$$

2 地震作用组合时应按下式验算：

$$V_E \leq nV_0/\gamma_{RE} \quad (5.3.8-2)$$

式中： V_d ——无地震作用组合时连接部位的剪力设计值；

V_E ——地震作用组合时连接部位的剪力设计值；

n ——连接部位的膨胀螺栓个数；

V_0 ——单个膨胀螺栓的受剪承载力设计值；

γ_0 ——结构重要性系数；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，取 0.90。

6 施 工

6.1 一 般 规 定

- 6.1.1 复合墙体施工前应编制施工技术方案，并应进行技术交底和培训。
- 6.1.2 应核对进入施工现场的主要原材料技术文件，并应进行抽样复检，复检合格后方可使用。
- 6.1.3 同条件养护试件应在金属尾矿多孔混凝土灌注入模处随机取样。
- 6.1.4 现浇金属尾矿多孔混凝土施工的环境温度不宜低于5℃。
- 6.1.5 复合墙体施工安全技术要求应符合现行国家标准《建筑施工安全技术统一规范》GB 50870的规定。
- 6.1.6 复合墙体施工应在主体结构工程验收合格后进行。

6.2 施 工 准 备

- 6.2.1 工程构件与材料进场后，应按品种、规格堆放，并应采取防潮、防雨淋和防污染措施。
- 6.2.2 施工前，应进行基层清理、定位放线。应对水平标高及墙体控制线、门窗位置线进行中间验收。
- 6.2.3 施工机具进场应出具产品合格证、使用说明书等质量文件，施工机具应由专人管理和使用，并应定期维护校验。
- 6.2.4 复合墙体施工前应进行面板排列布置，面板使用前应进行表面清理，受潮变形的面板不得使用。对预埋件、吊挂件以及连接件的位置和数量应进行复查验收。

6.3 龙 骨 架 体 制 作 与 安 装

- 6.3.1 龙骨柱制作应符合下列规定：

- 1 制作时应根据设计图纸绘制构件加工详图；
 - 2 材料应具有质量证明文件，并应符合国家现行产品标准的有关规定和设计要求；
 - 3 螺栓孔应采用钻成孔，严禁烧孔或现场气割扩孔。
- 6.3.2 龙骨柱安装应符合下列规定：
- 1 龙骨固定方式应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定；
 - 2 龙骨柱规格、型号、安装位置以及注浆流动孔应符合设计要求，其安装位置偏差不应大于 3mm；
 - 3 边龙骨柱与主体结构柱、墙面衔接处应留 20mm 的间距；
 - 4 龙骨的开口方向应一致，边龙骨柱和洞口周边龙骨柱（梁）的槽口应朝墙内。
- 6.3.3 龙骨架体安装完成后，应进行隐蔽工程验收。
- 6.3.4 龙骨切断与接长应符合下列规定：
- 1 龙骨切割宜采用手提切割机，切割边与龙骨的长度方向垂直，并应采用打磨机清除毛刺；
 - 2 龙骨宜采用龙骨钳接长，接长长度不宜小于 600mm，龙骨接长后应平直。

6.4 面板裁制与拼装

- 6.4.1 面板裁制时应符合下列规定：
- 1 裁制面板应无脱层、折裂，应无缺棱掉角；
 - 2 应按设计要求切割预留洞口、开关盒、接线盒、插座和浆料灌注孔、排气孔。
- 6.4.2 面板拼装可在龙骨架体安装及预埋件管线完成并验收合格后进行，除首层外，也可安装外侧平板与安装墙体内预埋的水、电管线和配套设施同时进行，验收合格后再安装内侧平板。
- 6.4.3 面板拼装应符合下列规定：
- 1 同一层同一柱间宜从柱（墙）的一端向另一端的顺序逐

板安装，有门窗洞口时宜从洞口向两侧安装并且自下而上竖向安装，洞口处面板应采用单块面板裁制；

2 面板的竖向边端应支撑在龙骨柱上，面板的竖向接缝应位于竖龙骨的中线上，应错缝排版，接缝不应出现在相同行列位置上；

3 面板间接缝的宽度宜为 1.5mm，面板侧边或顶端与主体结构交接处的接缝宽度不应超过 5mm，缝两侧板的高差宜小于 1.5mm；

4 面板底端距地面的预留安装间距宜为 10mm~20mm；

5 板间拼缝中的基层应嵌入专用弹性变形材料并应按设计要求进行防水处理。

6.4.4 面板与龙骨连接十字槽沉头自钻自攻螺钉应按先板中后四周的顺序攻入。

6.4.5 面板开设灌注孔应符合下列规定：

1 面板安装完成后，应在墙体内侧面板上开设灌注孔，顶部的灌注孔应距离梁下 50mm 处；

2 严禁在外墙复合墙体的外侧面板上开设灌注孔；

3 灌注孔的垂直尺寸不宜大于 80mm，水平尺寸不宜大于 200mm，单面墙上相邻两个灌注孔的水平间距不宜小于 2000mm。

6.5 灌 注

6.5.1 浆料制备应符合下列规定：

1 原材料应采用专用计量器具称量；

2 宜采用现浇泡沫多孔混凝土复合墙体智能灌注机连续灌注。

6.5.2 浆料施工配合比应按设计及工艺要求确定，并应通过适配调整。

6.5.3 浆料拌合物灌注前应按施工要求设置灌注孔，开启位置应符合施工设计要求，并应检查下列隐蔽项目：

- 1 空腔内杂物的清除；
 - 2 预埋管线、预埋件、孔洞等的留设。
- 6.5.4 智能灌注机性能应符合现行国家标准《现浇泡沫混凝土复合墙体智能灌注机》GB/T 32990 的规定。
- 6.5.5 面板安装及开孔验收合格后方可灌注浆料，且应符合下列规定：
- 1 应封堵可能漏浆的孔洞与缝隙；
 - 2 灌注宜从下而上，从左（右）到右（左）依次逐孔进行；
 - 3 灌注施工过程中，应对墙体内预埋的水电管线采取保护措施，预埋的箱、柜、盒等无变形移位；
 - 4 宜采用智能灌注机分层连续灌注；
 - 5 当浆料的上表面与灌注孔下边线一致时，应停止灌注；
 - 6 当浆料的流动度低于限值或出现分层时，应停止灌注，浆料应填充到埋设物周围和空腔内各角落；
 - 7 墙体顶层浆料的灌注，应保证成型的金属尾矿多孔混凝土与顶棚结合紧密、无缝隙及缺口等缺陷。
- 6.5.6 浆料灌注过程中应按规定的数量留置检测试件，应送有资质检测单位检验，并应出具检测报告。

6.6 养 护

- 6.6.1 复合墙体灌注完成后，应采用自然养护方式，养护时间不得少于14d。
- 6.6.2 养护期间，不应在复合墙体上进行钉、凿、剔等施工，不应撞击墙体。

7 验 收

7.1 一 般 规 定

7.1.1 复合墙体施工质量验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的有关规定。

7.1.2 复合墙体验收时应提供并核查下列文件和资料：

1 审查后的复合墙体设计文件、设计变更文件、施工方案及施工技术交底等相关设计文件；

2 主要原材料的产品合格证、性能检测报告、进场验收记录和复验报告；

3 隐蔽工程验收检查记录；

4 施工记录和检验批质量验收表。

7.1.3 对隐蔽工程应进行验收，并应有记录和必要的图像资料，应包括下列部位和主要内容：

1 龙骨柱的安装；

2 龙骨柱与主体结构连接节点；

3 墙体中设备管线的安装及水管试压。

7.1.4 检验批划分应符合下列规定：

1 对采用相同材料、工艺和施工做法的复合墙体，每 3000m^2 扣除窗洞后的墙面面积应划分为一个检验批，不足 3000m^2 也应为一个检验批。

2 检验批的划分也可根据与施工流程相一致且方便施工与验收的原则，由施工单位与监理（建设）单位共同商定。

7.1.5 检查批质量合格应符合下列规定：

1 主控项目和一般项目的质量应经抽样检验合格；

2 应具有完整的安装施工操作依据、质量检查记录。

7.2 主控项目

7.2.1 材料材质、规格、型号应符合设计要求。

检验方法：观察、尺量检查；检查质量证明文件。

检查数量：按进场批次，每批随机抽取 3 个试样进行检查；质量证明文件应按出厂检验批检查。

7.2.2 龙骨柱与主体结构连接应符合相关标准和设计要求。

检验方法：检查隐蔽工程验收记录。

检查数量：每个检验批抽查不少于 20% 的龙骨柱，且不少于 3 处。

7.2.3 墙体内龙骨柱间距和构造连接方法，应符合设计要求。墙体内设备管线的安装、门窗洞口以及箱、柜、盒等部位的加强龙骨，必须安装牢固、位置正确。

检验方法：观察；尺量检查；检查隐蔽工程验收记录。

检查数量：全数检查。

7.2.4 复合墙体的构造、厚度、性能应符合设计要求和本规程的规定。

检验方法：检查施工图、施工方案；检查隐蔽工程验收记录。

检查数量：全数检查。

7.2.5 设备管线的安装应符合设计要求和本规程的规定。

检验方法：对照图纸观察、尺量检查；检查隐蔽工程验收记录。

检查数量：全数检查。

7.2.6 面板安装应位置正确，安装应牢固、无脱层翘曲、折裂及破损，与龙骨的连接构造应符合设计要求和本规程的规定。

检验方法：观察；手扳检查；检查隐蔽工程验收记录。

检查数量：每个检验批抽查不少于 10%。

7.2.7 金属尾矿多孔混凝土的表观密度、强度、导热系数等应

符合设计要求：

检验方法：检查留样记录和见证检测报告。

检查数量：每个检验批抽样制作同条件养护试块 1 组。

7.3 一般项目

7.3.1 复合墙体表面应平整、洁净，转角应规整，接缝应均匀并顺直，不得有裂纹、裂缝。

检验方法：观察检查。

检查数量：全数检查。

7.3.2 墙体上的箱、柜、盒位置应准确，套割应方正，边缘应整齐。

检验方法：观察；尺量检查。

检查数量：每个检验批抽查不少于 10%，且不少于 3 间。

7.3.3 复合墙体安装允许偏差应符合表 7.3.3 的规定。

表 7.3.3 复合墙体安装允许偏差

项次	项 目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	墙体轴线位移	±5	用经纬仪或拉线和尺检查
2	板面平整度	±2	用 2m 垂直检测尺和塞尺检查
3	立面垂直度	±4	用 2m 垂直检测尺检查
4	接缝直线度	±2	拉 5m 线，不足 5m 拉通线，用钢尺检查
5	阴、阳角方正	±3	用 200mm 方尺检查
6	接缝高差	±1.5	用直尺和塞尺检查
7	板缝宽度	±1.5	用直尺测量

检查数量：每个检验批抽查不少于 10%，且不少于 3 间。

本规程用词说明

1 为了便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑模数协调标准》 GB/T 50002
- 2 《砌体结构设计规范》 GB 50003
- 3 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 4 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 5 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 6 《钢结构设计规范》 GB 50017
- 7 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》 GB 50018
- 8 《民用建筑隔声设计规范》 GB 50118
- 9 《民用建筑热工设计规范》 GB 50176
- 10 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 11 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 12 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 13 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》 GB 50325
- 14 《建筑节能工程施工质量验收规范》 GB 50411
- 15 《建筑施工安全技术统一规范》 GB 50870
- 16 《碳素结构钢》 GB/T 700
- 17 《低合金高强度结构钢》 GB/T 1591
- 18 《连续热镀锌钢板及钢带》 GB/T 2518
- 19 《建筑材料放射性核素限量》 GB 6566
- 20 《建筑材料及其制品燃烧性能分级》 GB 8624
- 21 《绝热材料稳态热阻及有关热性的测定防护热板法》
GB/T 10294
- 22 《蒸压加气混凝土性能试验方法》 GB/T 11969
- 23 《建筑用轻钢龙骨》 GB/T 11981
- 24 《十字槽沉头自钻自攻螺钉》 GB/T 15856.2

- 25 《射钉》GB/T 18981
- 26 《现浇泡沫混凝土复合墙体智能灌注机》GB/T 32990
- 27 《金属尾矿多孔混凝土夹芯系统复合墙板》GB/T 33600
- 28 《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26
- 29 《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75
- 30 《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134
- 31 《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144
- 32 《泡沫混凝土》JG/T 266
- 33 《外墙用非承重纤维增强水泥板》JG/T 396
- 34 《纤维水泥平板 第1部分：无石棉纤维水泥平板》
JC/T 412.1