

成都金睿国都置业有限公司成都财富寰岛项目南
岛商业玻璃幕墙工程
全隐框玻璃幕墙
设计计算书

设计： _____

校对： _____

审核： _____

批准： _____

山东美达建工集团股份有限公司

二〇一四年一月十日

目录

1 计算引用的规范、标准及资料	1
1.1 幕墙设计规范:	1
1.2 建筑设计规范:	1
1.3 铝材规范:	2
1.4 金属板及石材规范:	2
1.5 玻璃规范:	3
1.6 钢材规范:	3
1.7 胶类及密封材料规范:	3
1.8 五金件规范:	4
1.9 相关物理性能等级测试方法:	4
1.10 《建筑结构静力计算手册》(第二版)	5
1.11 土建图纸:	5
2 基本参数	5
2.1 幕墙所在地区	5
2.2 地面粗糙度分类等级	5
2.3 抗震设防	5
3 幕墙承受荷载计算	6
3.1 风荷载标准值的计算方法	6
3.2 计算支撑结构时的风荷载标准值	7
3.3 计算面板材料时的风荷载标准值	7
3.4 垂直于幕墙平面的分布水平地震作用标准值	8
3.5 作用效应组合	8
4 幕墙立柱计算	8
4.1 立柱型材选材计算	9
4.2 确定材料的截面参数	10
4.3 选用立柱型材的截面特性	11
4.4 立柱的抗弯强度计算	11
4.5 立柱的挠度计算	12
4.6 立柱的抗剪计算	12
5 幕墙横梁计算	13
5.1 横梁型材选材计算	14
5.2 确定材料的截面参数	15
5.3 选用横梁型材的截面特性	16
5.4 幕墙横梁的抗弯强度计算	17
5.5 横梁的挠度计算	17
5.6 横梁的抗剪计算	18
6 玻璃板块的选用与校核	19
6.1 玻璃板块荷载计算:	19
6.2 玻璃的强度计算:	20
6.3 玻璃最大挠度校核:	22

7 连接件计算.....	22
7.1 横梁与角码间连接.....	23
7.2 角码与立柱连接.....	24
7.3 立柱与主结构连接.....	25
8 幕墙埋件计算(后锚固结构).....	27
8.1 荷载值计算.....	27
8.2 锚栓群中锚栓的拉力计算.....	28
8.3 群锚受剪内力计算.....	29
8.4 锚栓钢材破坏时的受拉承载力计算.....	29
8.5 混凝土锥体受拉破坏承载力计算.....	29
8.6 混凝土劈裂破坏承载力计算.....	31
8.7 锚栓钢材受剪破坏承载力计算.....	33
8.8 混凝土楔形体受剪破坏承载力计算.....	33
8.9 混凝土剪撬破坏承载能力计算.....	35
8.10 拉剪复合受力承载力计算.....	35
9 幕墙转接件强度计算.....	35
9.1 受力分析.....	35
9.2 转接件的强度计算.....	36
10 幕墙焊缝计算.....	36
10.1 受力分析.....	36
10.2 焊缝特性参数计算.....	36
10.3 焊缝校核计算.....	37
11 全隐框玻璃幕墙胶类及伸缩缝计算.....	37
11.1 结构硅酮密封胶的宽度计算.....	38
11.2 结构硅酮密封胶粘接厚度的计算.....	38
11.3 结构胶设计总结.....	39
11.4 立柱连接伸缩缝计算.....	39
11.5 耐候胶胶缝计算.....	40
12 幕墙板块压板计算.....	40
12.1 压板的弯矩设计值计算.....	40
12.2 压板的应力计算.....	40
12.3 螺栓抗拉强度验算.....	41
13 附录 常用材料的力学及其它物理性能.....	42

全隐框玻璃幕墙设计计算书

1 计算引用的规范、标准及资料

1.1 幕墙设计规范:

《铝合金结构设计规范》	GB50429-2007
《玻璃幕墙工程技术规范》	JGJ102-2003
《建筑瓷板装饰工程技术规程》	CECS101: 98
《建筑幕墙》	GB/T21086-2007
《金属与石材幕墙工程技术规范》	JGJ133-2001
《小单元建筑幕墙》	JG/T216-2007

1.2 建筑设计规范:

《地震震级的规定》	GB/T17740-1999
《钢结构设计规范》	GB50017-2003
《高层建筑混凝土结构技术规程》	JGJ3-2010
《高层民用建筑设计防火规范》	GB50045-95(2005年版)
《高处作业吊篮》	GB19155-2003
《工程抗震术语标准》	JGJ/T97-2010
《工程网络计划技术规程》	JGJ/T121-99
《混凝土结构后锚固技术规程》	JGJ145-2004
《混凝土结构加固设计规范》	GB50367-2006
《混凝土结构设计规范》	GB50010-2010
《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》	JG160-2004
《建筑材料放射性核素限量》	GB6566-2010
《建筑防火封堵应用技术规程》	CECS154: 2003
《建筑钢结构焊接技术规程》	JGJ81-2002
《建筑工程抗震设防分类标准》	GB50223-2008
《建筑结构荷载规范》	GB50009-2012
《建筑结构可靠度设计统一标准》	GB50068-2001
《建筑抗震设计规范》	GB50011-2010
《建筑设计防火规范》	GB50016-2006
《建筑物防雷设计规范》	GB50057-2010
《冷弯薄壁型钢结构技术规范》	GB50018-2002
《民用建筑设计通则》	GB50352-2005
《擦窗机》	GB19154-2003
《钢结构焊接规范》	GB50661-2011
《钢结构工程施工规范》	GB50755-2012

1.3 铝材规范:

《变形铝及铝合金化学成份》	GB/T3190-2008
《建筑用隔热铝合金型材》	JG175-2011
《建筑用铝型材、铝板氟碳涂层》	JG/T133-2000
《铝合金建筑型材第1部分基材》	GB5237.1-2008
《铝合金建筑型材第2部分阳极氧化、着色型材》	GB5237.2-2008
《铝合金建筑型材第3部分电泳涂漆型材》	GB5237.3-2008
《铝合金建筑型材第4部分粉末喷涂型材》	GB5237.4-2008
《铝合金建筑型材第5部分氟碳漆喷涂型材》	GB5237.5-2008
《铝合金建筑型材第6部分隔热型材》	GB5237.6-2004
《铝及铝合金彩色涂层板、带材》	YS/T431-2000
《一般工业用铝及铝合金板、带材》	GB/T3880.1~3-2006
《铝型材截面几何参数算法及计算机程序要求》	YS/T437-2009
《有色电泳涂漆铝合金建筑型材》	YS/T459-2003
《变形铝和铝合金牌号表示方法》	GB/T16474-2011

1.4 金属板及石材规范:

《干挂饰面石材及其金属挂件》	JC830.1、2-2005
《建筑装饰用微晶玻璃》	JC/T872-2000
《建筑幕墙用瓷板》	JG/T217-2007
《建筑装饰用搪瓷钢板》	JG/T234-2008
《微晶玻璃陶瓷复合砖》	JC/T994-2006
《超薄天然石材复合板》	JC/T1049-2007
《铝幕墙板、板基》	YS/T429.1-2000
《铝幕墙板、氟碳喷漆铝单板》	YS/T429.2-2000
《建筑幕墙用铝塑复合板》	GB/T17748-2008
《建筑幕墙用陶板》	JG/T324-2011
《建筑装饰用石材蜂窝复合板》	JG/T328-2011
《建筑幕墙用氟碳铝单板制品》	JG331-2011
《纤维增强水泥外墙装饰挂板》	JC/T2085-2011
《建筑用泡沫铝板》	JG/T359-2012
《金属装饰保温板》	JG/T360-2012
《外墙保温用锚栓》	JG/T366-2012
《聚碳酸酯(PC)中空板》	JG/T116-2012
《聚碳酸酯(PC)实心板》	JG/T347-2012
《铝塑复合板用铝带》	YS/T432-2000
《天然板石》	GB/T18600-2009
《天然大理石荒料》	JC/T202-2011
《天然大理石建筑板材》	GB/T19766-2005
《天然花岗石荒料》	JC/T204-2011
《天然花岗石建筑板材》	GB/T18601-2009
《天然石材统一编号》	GB/T17670-2008
《天然饰面石材术语》	GB/T13890-2008

1.5 玻璃规范:

《镀膜玻璃 第1部分:阳光控制镀膜玻璃》	GB/T18915.1-2002
《镀膜玻璃 第2部分:低辐射镀膜玻璃》	GB/T18915.2-2002
《防弹玻璃》	GB17840-1999
《平板玻璃》	GB11614-2009
《建筑用安全玻璃 第3部分:夹层玻璃》	GB15763.3-2009
《建筑用安全玻璃 第2部分:钢化玻璃》	GB15763.2-2005
《建筑用安全玻璃 防火玻璃》	GB15763.1-2009
《半钢化玻璃》	GB/T17841-2008
《热弯玻璃》	JC/T915-2003
《压花玻璃》	JC/T511-2002
《中空玻璃》	GB/T11944-2002

1.6 钢材规范:

《建筑结构用冷弯矩形钢管》	JG/T178-2005
《不锈钢棒》	GB/T1220-2007
《不锈钢冷加工钢棒》	GB/T4226-2009
《不锈钢冷轧钢板及钢带》	GB/T3280-2007
《不锈钢热轧钢板及钢带》	GB/T4237-2007
《不锈钢小直径无缝钢管》	GB/T3090-2000
《彩色涂层钢板和钢带》	GB/T12754-2006
《低合金钢焊条》	GB/T5118-1995
《低合金高强度结构钢》	GB/T1591-2008
《建筑幕墙用钢索压管接头》	JG/T201-2007
《耐候结构钢》	GB/T4171-2008
《高碳铬不锈钢丝》	YB/T096-1997
《合金结构钢》	GB/T3077-1999
《金属覆盖层钢铁制品热镀锌层技术要求》	GB/T13912-2002
《冷拔异形钢管》	GB/T3094-2000
《碳钢焊条》	GB/T5117-1995
《碳素结构钢》	GB/T700-2006
《碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板及钢带》	GB/T912-2008
《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板及钢带》	GB/T3274-2007
《优质碳素结构钢》	GB/T699-1999

1.7 胶类及密封材料规范:

《丙烯酸酯建筑密封膏》	JC484-2006
《幕墙玻璃接缝用密封胶》	JC/T882-2001
《彩色涂层钢板用建筑密封胶》	JC/T884-2001
《丁基橡胶防水密封胶粘带》	JC/T942-2004
《干挂石材幕墙用环氧胶粘剂》	JC887-2001
《工业用橡胶板》	GB/T5574-2008
《混凝土建筑接缝用密封胶》	JC/T881-2001

《建筑窗用弹性密封剂》	JC485-2007
《建筑密封材料试验方法》	GB/T13477.1~20-2002
《建筑用防霉密封胶》	JC/T885-2001
《建筑用硅酮结构密封胶》	GB16776-2005
《建筑用岩棉、矿渣棉绝热制品》	GB/T19686-2005
《建筑用硬质塑料隔热条》	JG/T174-2005
《建筑装饰用天然石材防护剂》	JC/T973-2005
《聚氨酯建筑密封胶》	JC/T482-2003
《聚硫建筑密封胶》	JC/T483-2006
《绝热用岩棉、矿棉及其制品》	GB/T11835-2007
《硫化橡胶或热塑性橡胶撕裂强度的测定》	GB/T529-1999
《石材用建筑密封胶》	JC/T883-2001
《橡胶袖珍硬度计压入硬度试验方法》	GB/T531-1999
《修补用天然橡胶胶粘剂》	HG/T3318-2002
《中空玻璃用弹性密封胶》	JC/T486-2001
《中空玻璃用丁基热熔密封胶》	JC/T914-2003
《建筑表面用有机硅防水剂》	JC/T902-2002
《钢结构防火涂料》	GB14907-2002

1.8 五金件规范:

《封闭型沉头抽芯铆钉》	GB/T12616-2004
《封闭型平圆头抽芯铆钉》	GB/T12615-2004
《紧固件螺栓和螺钉通孔》	GB/T5277-1985
《紧固件公差螺栓、螺钉、螺柱和螺母》	GB/T3103.1-2002
《紧固件机械性能不锈钢螺母》	GB/T3098.15-2000
《紧固件机械性能不锈钢螺栓、螺钉、螺柱》	GB/T3098.6-2000
《紧固件机械性能抽芯铆钉》	GB/T3098.19-2004
《紧固件机械性能螺母、粗牙螺纹》	GB/T3098.2-2000
《紧固件机械性能螺母、细牙螺纹》	GB/T3098.4-2000
《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》	GB/T3098.1-2010
《紧固件机械性能自攻螺钉》	GB/T3098.5-2000
《紧固件术语盲铆钉》	GB/T3099.2-2004
《螺纹紧固件应力截面积和承载面积》	GB/T16823.1-1997
《十字槽盘头螺钉》	GB/T818-2000
《铜合金铸件》	GB/T13819-1992
《锌合金压铸件》	GB/T13821-2009
《铝合金压铸件》	GB/T15114-2009
《铸件尺寸公差与机械加工余量》	QB/T6414-1999
《电动采光排烟窗》	JG189-2006

1.9 相关物理性能等级测试方法:

《玻璃幕墙工程质量检验标准》	JGJ/T139-2001
《玻璃幕墙光学性能》	GB/T18091-2000
《彩色涂层钢板和钢带试验方法》	GB/T13448-2006
《钢结构工程施工质量验收规范》	GB50205-2001

《混凝土结构工程施工质量验收规范》	GB50204-2002 (2011 版)
《建筑防水材料老化试验方法》	GB/T18244-2000
《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》	GB/T15227-2007
《建筑幕墙抗震性能振动台试验方法》	GB/T18575-2001
《建筑幕墙平面内变形性能检测方法》	GB/T18250-2000
《建筑装饰装修工程质量验收规范》	GB50210-2001
《金属材料室温拉伸试验方法》	GB/T228-2002

1.10 《建筑结构静力计算手册》(第二版)

1.11 土建图纸:

2 基本参数

2.1 幕墙所在地区

成都地区;

2.2 地面粗糙度分类等级

幕墙属于外围护构件,按《建筑结构荷载规范》(GB50009-2001)

A类:指近海海面和海岛、海岸、湖岸及沙漠地区;

B类:指田野、乡村、丛林、丘陵以及房屋比较稀疏的乡镇和城市郊区;

C类:指有密集建筑群的城市市区;

D类:指有密集建筑群且房屋较高的城市市区;

依照上面分类标准,本工程按C类地形考虑。

2.3 抗震设防

按《建筑工程抗震设防分类标准》,建筑工程应分为以下四个抗震设防类别:

1.特殊设防类:指使用上有特殊设施,涉及国家公共安全的重大建筑工程和地震时可能发生严重次生灾害等特别重大灾害后果,需要进行特殊设防的建筑,简称甲类;

2.重点设防类:指地震时使用功能不能中断或需尽快恢复的生命线相关建筑,以及地震时可能导致大量人员伤亡等重大灾害后果,需要提高设防标准的建筑,简称乙类;

3.标准设防类:指大量的除1、2、4款以外按标准要求进行设防的建筑,简称丙类;

4.适度设防类:指使用上人员稀少且震损不致产生次生灾害,允许在一定条件下适度降低要求的建筑,简称丁类;

在围护结构抗震设计计算中:

1.特殊设防类,应按高于本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施,同时,应按批准的地震安全性评价的结果且高于本地区抗震设防烈度的要求确定其地震作用;

2.重点设防类,应按高于本地区抗震设防烈度一度的要求加强其抗震措施,同时,应按本地区抗震设防烈度确定其地震作用;

3.标准设防类,应按本地区抗震设防烈度确定其抗震措施和地震作用;

4.适度设防类,应按本地区抗震设防烈度确定其抗震措施和地震作用;

根据国家规范《建筑抗震设计规范》GB50011-2010，成都地区地震基本烈度为：7度，地震动峰值加速度为0.1g，由于本工程是标准设防类，因此实际抗震计算中的水平地震影响系数最大值应按本地区抗震设防烈度选取，也就是取： $\alpha_{\max}=0.08$ ；

3 幕墙承受荷载计算

3.1 风荷载标准值的计算方法

幕墙属于外围护构件，按建筑结构荷载规范(GB50009-2001 2006年版)计算：

$$w_k = \beta_{gz} \mu_z \mu_{s1} w_0 \quad \dots\dots 7.1.1-2[\text{GB50009-2001 2006年版}]$$

上式中：

w_k ：作用在幕墙上的风荷载标准值(MPa)；

Z：计算点标高：23.65m；

β_{gz} ：瞬时风压的阵风系数；

根据不同场地类型，按以下公式计算(高度不足5m按5m计算)：

$$\beta_{gz} = K(1 + 2\mu_f)$$

其中K为地面粗糙度调整系数， μ_f 为脉动系数

A类场地： $\beta_{gz} = 0.92 \times (1 + 2\mu_f)$ 其中： $\mu_f = 0.387 \times (Z/10)^{-0.12}$

B类场地： $\beta_{gz} = 0.89 \times (1 + 2\mu_f)$ 其中： $\mu_f = 0.5(Z/10)^{-0.16}$

C类场地： $\beta_{gz} = 0.85 \times (1 + 2\mu_f)$ 其中： $\mu_f = 0.734(Z/10)^{-0.22}$

D类场地： $\beta_{gz} = 0.80 \times (1 + 2\mu_f)$ 其中： $\mu_f = 1.2248(Z/10)^{-0.3}$

对于C类地形，23.65m高度处瞬时风压的阵风系数：

$$\beta_{gz} = 0.85 \times (1 + 2 \times (0.734(Z/10)^{-0.22})) = 1.8825$$

μ_z ：风压高度变化系数；

根据不同场地类型，按以下公式计算：

A类场地： $\mu_z = 1.379 \times (Z/10)^{0.24}$

当Z>300m时，取Z=300m，当Z<5m时，取Z=5m；

B类场地： $\mu_z = (Z/10)^{0.32}$

当Z>350m时，取Z=350m，当Z<10m时，取Z=10m；

C类场地： $\mu_z = 0.616 \times (Z/10)^{0.44}$

当Z>400m时，取Z=400m，当Z<15m时，取Z=15m；

D类场地： $\mu_z = 0.318 \times (Z/10)^{0.60}$

当Z>450m时，取Z=450m，当Z<30m时，取Z=30m；

对于C类地形，23.65m高度处风压高度变化系数：

$$\mu_z = 0.616 \times (Z/10)^{0.44} = 0.8996$$

μ_{s1} ：局部风压体型系数；

按《建筑结构荷载规范》GB50009-2001(2006年版)第7.3.3条：验算围护构件及其连接的强度时，可按下列规定采用局部风压体型系数 μ_{s1} ：

一、外表面

1. 正压区 按表7.3.1采用；

2. 负压区

-对墙面， 取-1.0

-对墙角边， 取-1.8

二、内表面

对封闭式建筑物，按表面风压的正负情况取-0.2 或 0.2。

本计算点为大面位置。

按 JGJ102-2003 第 5.3.2 条文说明：风荷载在建筑物表面分布是不均匀的，在檐口附近、边角部位较大。根据风洞试验结果和国外的有关资料，在上述区域风吸力系数可取-1.8，其余墙面可考虑-1.0，由于围护结构有开启的可能，所以还应考虑室内压-0.2。对无开启的结构，《建筑结构荷载规范》条文说明第 7.3.3 条指出“对封闭建筑物，考虑到建筑物内实际存在的个别洞口和缝隙，以及机械通风等因素，室内可能存在正负不同的气压，参照国外规范，大多取±(0.2-0.25)的压力系数，现取±0.2”。即不论有无开启扇，均要考虑内表面的局部体型系数。

另注：上述的局部体型系数 $\mu_{s1}(1)$ 是适用于围护构件的从属面积 A 小于或等于 1m^2 的情况，当围护构件的从属面积 A 大于或等于 10m^2 时，局部风压体型系数 $\mu_{s1}(10)$ 可乘以折减系数 0.8，当构件的从属面积小于 10m^2 而大于 1m^2 时，局部风压体型系数 $\mu_{s1}(A)$ 可按面积的对数线性插值，即：

$$\mu_{s1}(A) = \mu_{s1}(1) + [\mu_{s1}(10) - \mu_{s1}(1)] \log A$$

在上式中：

当 $A \geq 10\text{m}^2$ 时，取 $A=10\text{m}^2$ ；

当 $A \leq 1\text{m}^2$ 时，取 $A=1\text{m}^2$ ；

$$\mu_{s1}(10) = 0.8 \mu_{s1}(1)$$

w_0 ：基本风压值 (MPa)，根据现行《建筑结构荷载规范》GB50009-2001 附表 D.4 (全国基本风压分布图) 中数值采用，但不小于 0.3KN/m^2 ，按重现期 50 年，成都地区取 0.0003MPa ；

3.2 计算支撑结构时的风荷载标准值

计算支撑结构时的构件从属面积：

$$A = 0.9 \times 5.8 = 5.22\text{m}^2$$

$$\log A = 0.718$$

$$\begin{aligned} \mu_{s1}(A) &= \mu_{s1}(1) + [\mu_{s1}(10) - \mu_{s1}(1)] \log A \\ &= 0.856 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{s1} &= 0.856 + 0.2 \\ &= 1.056 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_k &= \beta_{gz} \mu_z \mu_{s1} w_0 \\ &= 1.8825 \times 0.8996 \times 1.056 \times 0.0003 \end{aligned}$$

$$= 0.000536\text{MPa} \text{ 因为 } w_k < 0.001\text{MPa}, \text{ 所以按 JGJ102-2003, 取 } w_k = 0.001\text{MPa}.$$

3.3 计算面板材料时的风荷载标准值

计算面板材料时的构件从属面积：

$$A = 0.9 \times 1.9 = 1.71\text{m}^2$$

$$\log A = 0.233$$

$$\begin{aligned} \mu_{s1}(A) &= \mu_{s1}(1) + [\mu_{s1}(10) - \mu_{s1}(1)] \log A \\ &= 0.953 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{s1} &= 0.953 + 0.2 \\ &= 1.153 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_k &= \beta_{gz} \mu_z \mu_{s1} w_0 \\ &= 1.8825 \times 0.8996 \times 1.153 \times 0.0003 \end{aligned}$$

$$= 0.000586\text{MPa} \text{ 因为 } w_k < 0.001\text{MPa}, \text{ 所以按 JGJ102-2003, 取 } w_k = 0.001\text{MPa}.$$

3.4 垂直于幕墙平面的分布水平地震作用标准值

$$q_{EAK} = \beta_E \alpha_{max} G_k / A \quad \dots\dots 5.3.4 [JGJ102-2003]$$

q_{EAK} : 垂直于幕墙平面的分布水平地震作用标准值 (MPa);

β_E : 动力放大系数, 取 5.0;

α_{max} : 水平地震影响系数最大值, 取 0.08;

G_k : 幕墙构件的重力荷载标准值 (N);

A : 幕墙构件的面积 (mm^2);

3.5 作用效应组合

荷载和作用效应按下式进行组合:

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \psi_w \gamma_w S_{wk} + \psi_E \gamma_E S_{Ek} \quad \dots\dots 5.4.1 [JGJ102-2003]$$

上式中:

S : 作用效应组合的设计值;

S_{Gk} : 重力荷载作为永久荷载产生的效应标准值;

S_{wk} 、 S_{Ek} : 分别为风荷载, 地震作用作为可变荷载产生的效应标准值;

γ_G 、 γ_w 、 γ_E : 各效应的分项系数;

ψ_w 、 ψ_E : 分别为风荷载, 地震作用效应的组合系数。

上面的 γ_G 、 γ_w 、 γ_E 为分项系数, 按 5.4.2、5.4.3、5.4.4 [JGJ102-2003] 规定如下:

进行幕墙构件强度、连接件和预埋件承载力计算时:

重力荷载: γ_G : 1.2;

风荷载: γ_w : 1.4;

地震作用: γ_E : 1.3;

进行挠度计算时:

重力荷载: γ_G : 1.0;

风荷载: γ_w : 1.0;

地震作用: 可不作组合考虑;

上式中, 风荷载的组合系数 ψ_w 为 1.0;

地震作用的组合系数 ψ_E 为 0.5;

4 幕墙立柱计算

基本参数:

1: 计算点标高: 23.65m;

2: 力学模型: 简支梁;

3: 立柱跨度: $L=5800mm$;

4: 立柱左分格宽: 900mm; 立柱右分格宽: 900mm;

5: 立柱计算间距: $B=900mm$;

6: 板块配置: 中空玻璃 6 +6 mm;

7: 立柱材质: 6063-T5;

8: 安装方式: 偏心受拉;

本处幕墙立柱按简支梁力学模型进行设计计算, 受力模型如下:

4.1 立柱型材选材计算

(1) 风荷载作用的线荷载集度(按矩形分布):

q_{wk} : 风荷载线分布最大荷载集度标准值(N/mm);

w_k : 风荷载标准值(MPa);

B : 幕墙立柱计算间距(mm);

$$\begin{aligned}q_{wk} &= w_k B \\ &= 0.001 \times 900 \\ &= 0.9 \text{N/mm}\end{aligned}$$

q_w : 风荷载线分布最大荷载集度设计值(N/mm);

$$\begin{aligned}q_w &= 1.4 q_{wk} \\ &= 1.4 \times 0.9 \\ &= 1.26 \text{N/mm}\end{aligned}$$

(2) 水平地震作用线荷载集度(按矩形分布):

q_{Eak} : 垂直于幕墙平面的分布水平地震作用标准值(MPa);

β_E : 动力放大系数, 取 5.0;

α_{max} : 水平地震影响系数最大值, 取 0.08;

G_k : 幕墙构件的重力荷载标准值(N), (含面板和框架);

A : 幕墙构件的面积(mm^2);

$$\begin{aligned}q_{Eak} &= \beta_E \alpha_{max} G_k / A \quad \dots\dots 5.3.4 [\text{JGJ102-2003}] \\ &= 5.0 \times 0.08 \times 0.0005 \\ &= 0.0002 \text{MPa}\end{aligned}$$

q_{Ek} : 水平地震作用线荷载集度标准值(N/mm);

B : 幕墙立柱计算间距(mm);

$$\begin{aligned}q_{Ek} &= q_{Eak} B \\ &= 0.0002 \times 900 \\ &= 0.18 \text{N/mm}\end{aligned}$$

q_E : 水平地震作用线荷载集度设计值(N/mm);

$$\begin{aligned}q_E &= 1.3 q_{Ek} \\ &= 1.3 \times 0.18 \\ &= 0.234 \text{N/mm}\end{aligned}$$

(3) 幕墙受荷载集度组合:

用于强度计算时, 采用 $S_w + 0.5S_E$ 设计值组合: $\dots\dots 5.4.1 [\text{JGJ102-2003}]$

$$\begin{aligned}q &= q_w + 0.5 q_E \\ &= 1.26 + 0.5 \times 0.234 \\ &= 1.377 \text{N/mm}\end{aligned}$$

用于挠度计算时, 采用 S_w 标准值: $\dots\dots 5.4.1 [\text{JGJ102-2003}]$

$$\begin{aligned}q_k &= q_{wk} \\ &= 0.9 \text{N/mm}\end{aligned}$$

(4) 立柱在组合荷载作用下的弯矩设计值:

M_x : 弯矩组合设计值($\text{N} \cdot \text{mm}$);

M_w : 风荷载作用下立柱产生的弯矩设计值(N·mm);

M_E : 地震作用下立柱产生的弯矩设计值(N·mm);

L: 立柱跨度(mm);

采用 $S_w+0.5S_E$ 组合:

$$M_w=q_w L^2/8$$

$$M_E=q_E L^2/8$$

$$M_x=M_w+0.5M_E$$

$$=qL^2/8$$

$$=1.377 \times 5800^2/8$$

$$=5790285N \cdot mm$$

4.2 确定材料的截面参数

(1) 立柱抵抗矩预选值计算:

W_{nx} : 立柱净截面抵抗矩预选值(mm^3);

M_x : 弯矩组合设计值(N·mm);

γ : 塑性发展系数:

对于冷弯薄壁型钢龙骨, 按《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018-2002, 取 1.00;

对于热轧型钢龙骨, 按 JGJ133 或 JGJ102 规范, 取 1.05;

对于铝合金龙骨, 按最新《铝合金结构设计规范》GB 50429-2007, 取 1.00;

f_a : 型材抗弯强度设计值(MPa), 对 6063-T5 取 90MPa;

$$W_{nx}=M_x/\gamma f_a$$

$$=5790285/1.00/90$$

$$=64336.5mm^3$$

(2) 立柱惯性矩预选值计算:

q_k : 风荷载线荷载集度标准值(N/mm);

E: 型材的弹性模量(MPa), 对 6063-T5 取 70000MPa;

I_{xmin} : 材料需满足的绕 X 轴最小惯性矩(mm^4);

L: 计算跨度(mm);

$d_{f,lim}$: 按规范要求, 立柱的挠度限值(mm);

$$d_{f,lim}=5q_k L^4/384EI_{xmin}$$

$$L/180=5800/180=32.222mm$$

按[5.1.1.2]《建筑幕墙》GB/T21086-2007 的规定, 对于构件式玻璃幕墙或单元幕墙(其它形式幕墙或外围护结构无绝对挠度限制):

当跨距 $\leq 4500mm$ 时, 绝对挠度不应该大于 20mm;

当跨距 $> 4500mm$ 时, 绝对挠度不应该大于 30mm;

对本例取:

$$d_{f,lim}=30mm$$

$$I_{xmin}=5q_k L^4/384Ed_{f,lim}$$

$$=5 \times 0.9 \times 5800^4/384/70000/30$$

$$=6315008.929mm^4$$

4.3 选用立柱型材的截面特性

按上一项计算结果选用型材号: yk180

型材的抗弯强度设计值: $f_a=90MPa$

型材的抗剪强度设计值: $\tau_a=55\text{MPa}$
 型材弹性模量: $E=70000\text{MPa}$
 绕 X 轴惯性矩: $I_x=6823930\text{mm}^4$
 绕 Y 轴惯性矩: $I_y=1176540\text{mm}^4$
 绕 X 轴净截面抵抗矩: $W_{nx1}=77468\text{mm}^3$
 绕 X 轴净截面抵抗矩: $W_{nx2}=74243\text{mm}^3$
 型材净截面面积: $A_n=1587.75\text{mm}^2$
 型材线密度: $\gamma_g=0.042869\text{N/mm}$
 型材截面垂直于 X 轴腹板的截面总宽度: $t=6\text{mm}$
 型材受力面对中性轴的面积矩: $S_x=46563\text{mm}^3$
 塑性发展系数: $\gamma=1.00$

4.4 立柱的抗弯强度计算

(1) 立柱轴向拉力设计值:

N_k : 立柱轴向拉力标准值(N);
 q_{GAK} : 幕墙单位面积的自重标准值(MPa);
 A : 立柱单元的面积(mm^2);
 B : 幕墙立柱计算间距(mm);
 L : 立柱跨度(mm);

$$\begin{aligned}
 N_k &= q_{GAK} A \\
 &= q_{GAK} BL \\
 &= 0.0005 \times 900 \times 5800 \\
 &= 2610\text{N}
 \end{aligned}$$

N : 立柱轴向拉力设计值(N);
 $N=1.2N_k$
 $=1.2 \times 2610$
 $=3132\text{N}$

(2) 抗弯强度校核:

按简支梁(受拉)立柱抗弯强度公式, 应满足:

$$N/A_n + M_x / \gamma W_{nx} \leq f_a \quad \dots\dots 6.3.7[\text{JGJ102-2003}]$$

上式中:

N : 立柱轴力设计值(N);
 M_x : 立柱弯矩设计值($\text{N} \cdot \text{mm}$);
 A_n : 立柱净截面面积(mm^2);
 W_{nx} : 在弯矩作用方向的净截面抵抗矩(mm^3);
 γ_x : 塑性发展系数:

对于冷弯薄壁型钢龙骨, 按《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018-2002, 取 1.00;

对于热轧型钢龙骨, 按 JGJ133 或 JGJ102 规范, 取 1.05;

对于铝合金龙骨, 按最新《铝合金结构设计规范》GB 50429-2007, 取 1.00;

f_a : 型材的抗弯强度设计值, 取 90MPa;

则:

$$\begin{aligned}
 N/A_n + M_x / \gamma W_{nx} &= 3132/1587.75 + 5790285/1.00/74243 \\
 &= 79.964\text{MPa} \leq 90\text{MPa}
 \end{aligned}$$

立柱抗弯强度满足要求。

4.5 立柱的挠度计算

因为惯性矩预选是根据挠度限值计算的，所以只要选择的立柱惯性矩大于预选值，挠度就满足要求：

实际选用的型材惯性矩为： $I_x=6823930\text{mm}^4$

预选值为： $I_{x\text{min}}=6315008.929\text{mm}^4$

实际挠度计算值为：

$$\begin{aligned}d_f &= 5q_k L^4 / 384EI_x \\ &= 5 \times 0.9 \times 5800^4 / 384 / 70000 / 6823930 \\ &= 27.763\text{mm}\end{aligned}$$

而 $d_{f,lim}=30\text{mm}$

所以，立柱挠度满足规范要求。

4.6 立柱的抗剪计算

校核依据：

$$\tau_{\text{max}} \leq \tau_a = 55\text{MPa} \quad (\text{立柱的抗剪强度设计值})$$

(1) V_{wk} : 风荷载作用下剪力标准值(N):

$$\begin{aligned}V_{wk} &= w_k BL / 2 \\ &= 0.001 \times 900 \times 5800 / 2 \\ &= 2610\text{N}\end{aligned}$$

(2) V_w : 风荷载作用下剪力设计值(N):

$$\begin{aligned}V_w &= 1.4V_{wk} \\ &= 1.4 \times 2610 \\ &= 3654\text{N}\end{aligned}$$

(3) V_{Ek} : 地震作用下剪力标准值(N):

$$\begin{aligned}V_{Ek} &= q_{Eak} BL / 2 \\ &= 0.0002 \times 900 \times 5800 / 2 \\ &= 522\text{N}\end{aligned}$$

(4) V_E : 地震作用下剪力设计值(N):

$$\begin{aligned}V_E &= 1.3V_{Ek} \\ &= 1.3 \times 522 \\ &= 678.6\text{N}\end{aligned}$$

(5) V : 立柱所受剪力设计值组合:

$$\begin{aligned}&\text{采用 } V_w + 0.5V_E \text{ 组合:} \\ V &= V_w + 0.5V_E \\ &= 3654 + 0.5 \times 678.6 \\ &= 3993.3\text{N}\end{aligned}$$

(6) 立柱剪应力校核:

$$\begin{aligned}\tau_{\text{max}} &: \text{立柱最大剪应力 (MPa);} \\ V &: \text{立柱所受剪力 (N);} \\ S_x &: \text{立柱型材受力面对中性轴的面积矩 (mm}^3\text{);} \\ I_x &: \text{立柱型材截面惯性矩 (mm}^4\text{);} \\ t &: \text{型材截面垂直于 X 轴腹板的截面总宽度 (mm);} \\ \tau_{\text{max}} &= VS_x / I_x t \\ &= 3993.3 \times 46563 / 6823930 / 6\end{aligned}$$

$$=4.541\text{MPa}$$

$$4.541\text{MPa} \leq 55\text{MPa}$$

立柱抗剪强度满足要求!

5 幕墙横梁计算

基本参数:

- 1: 计算点标高: 23.65m;
- 2: 横梁跨度: $B=900\text{mm}$;
- 3: 横梁上分格高: 1900mm; 横梁下分格高: 1900mm;
- 4: 横梁计算间距: $H=1900\text{mm}$;
- 5: 力学模型: 三角荷载简支梁;
- 6: 板块配置: 中空玻璃 6 +6 mm;
- 7: 横梁材质: 6063-T5;

因为 $B \leq H$, 所以本处幕墙横梁按三角形荷载简支梁力学模型进行设计计算, 受力模型如下:

5.1 横梁型材选材计算

(1) 横梁在风荷载作用下的线荷载集度(按三角形分布):

q_{wk} : 风荷载线分布最大荷载集度标准值(N/mm);

w_k : 风荷载标准值(MPa);

B : 横梁跨度(mm);

$$\begin{aligned} q_{wk} &= w_k B \\ &= 0.001 \times 900 \\ &= 0.9\text{N/mm} \end{aligned}$$

q_w : 风荷载线分布最大荷载集度设计值(N/mm);

$$\begin{aligned} q_w &= 1.4q_{wk} \\ &= 1.4 \times 0.9 \\ &= 1.26\text{N/mm} \end{aligned}$$

(2) 垂直于幕墙平面的分布水平地震作用的线荷载集度(按三角形分布):

q_{Eak} : 垂直于幕墙平面的分布水平地震作用(MPa);

β_E : 动力放大系数, 取 5.0;

α_{max} : 水平地震影响系数最大值, 取 0.08;

G_k : 幕墙构件的重力荷载标准值(N), (主要指面板组件);

A : 幕墙平面面积(mm^2);

$$\begin{aligned} q_{Eak} &= \beta_E \alpha_{max} G_k / A \quad \dots\dots 5.3.4[\text{JGJ102-2003}] \\ &= 5.0 \times 0.08 \times 0.0004 \\ &= 0.00016\text{MPa} \end{aligned}$$

q_{Ek} : 横梁受水平地震作用线荷载集度标准值(N/mm);

B : 横梁跨度(mm);

$$q_{Ek} = q_{Eak} B$$

$$= 0.00016 \times 900$$

$$= 0.144 \text{ N/mm}$$

q_E : 横梁受水平地震作用线荷载集度设计值 (N/mm);

$$q_E = 1.3 q_{Ek}$$

$$= 1.3 \times 0.144$$

$$= 0.187 \text{ N/mm}$$

(3) 幕墙横梁受荷载集度组合:

用于强度计算时, 采用 $S_w + 0.5S_E$ 设计值组合:5.4.1 [JGJ102-2003]

$$q = q_w + 0.5 q_E$$

$$= 1.26 + 0.5 \times 0.187$$

$$= 1.354 \text{ N/mm}$$

用于挠度计算时, 采用 S_w 标准值:5.4.1 [JGJ102-2003]

$$q_k = q_{wk}$$

$$= 0.9 \text{ N/mm}$$

(4) 横梁在风荷载及地震组合作用下的弯矩值 (按三角形分布):

M_y : 横梁受风荷载及地震作用弯矩组合设计值 (N·mm);

M_w : 风荷载作用下横梁产生的弯矩 (N·mm);

M_E : 地震作用下横梁产生的弯矩 (N·mm);

B: 横梁跨度 (mm);

$$M_w = q_w B^2 / 12$$

$$M_E = q_E B^2 / 12$$

采用 $S_w + 0.5S_E$ 组合:

$$M_y = M_w + 0.5 M_E$$

$$= q B^2 / 12$$

$$= 1.354 \times 900^2 / 12$$

$$= 91395 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

(5) 横梁在自重荷载作用下的弯矩值 (按矩形分布):

G_k : 横梁自重线荷载标准值 (N/mm);

H_1 : 横梁自重荷载作用高度 (mm), 对挂式结构取横梁下分格高, 对非挂式结构取横梁上分格高;

$$G_k = 0.0004 \times H_1$$

$$= 0.0004 \times 1900$$

$$= 0.76 \text{ N/mm}$$

G: 横梁自重线荷载设计值 (N/mm);

$$G = 1.2 G_k$$

$$= 1.2 \times 0.76$$

$$= 0.912 \text{ N/mm}$$

M_x : 横梁在自重荷载作用下的弯矩设计值 (N·mm);

B: 横梁跨度 (mm);

$$M_x = G B^2 / 8$$

$$= 0.912 \times 900^2 / 8$$

$$= 92340 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

5.2 确定材料的截面参数

(1) 横梁抵抗矩预选:

W_{nx} : 绕 X 轴横梁净截面抵抗矩预选值 (mm^3);

W_{ny} : 绕 Y 轴横梁净截面抵抗矩预选值 (mm^3);

M_x : 横梁在自重荷载作用下的弯矩设计值 ($\text{N} \cdot \text{mm}$);

M_y : 风荷载及地震作用弯矩组合设计值 ($\text{N} \cdot \text{mm}$);

γ_x, γ_y : 塑性发展系数:

对于冷弯薄壁型钢龙骨, 按《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018-2002, 取 1.00;

对于热轧型钢龙骨, 按 JGJ133 或 JGJ102 规范, 取 1.05;

对于铝合金龙骨, 按最新《铝合金结构设计规范》GB 50429-2007, 均取 1.00;

f_a : 型材抗弯强度设计值 (MPa), 对 6063-T5 取 90;

按下面公式计算:

$$\begin{aligned} W_{nx} &= M_x / \gamma_x f_a \\ &= 92340 / 1.00 / 90 \\ &= 1026 \text{mm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{ny} &= M_y / \gamma_y f_a \\ &= 91395 / 1.00 / 90 \\ &= 1015.5 \text{mm}^3 \end{aligned}$$

(2) 横梁惯性矩预选:

$d_{f1,lim}$: 按规范要求, 横梁在水平力标准值作用下的挠度限值 (mm);

$d_{f2,lim}$: 按规范要求, 横梁在自重力标准值作用下的挠度限值 (mm);

B: 横梁跨度 (mm);

按相关规范, 钢材横梁的相对挠度不应大于 $L/250$, 铝材横梁的相对挠度不应大于 $L/180$;

《建筑幕墙》GB/T21086-2007 还有如下规定:

按 [5.1.1.2], 对于构件式玻璃幕墙或单元幕墙 (其它形式幕墙或外围护结构无绝对挠度限制):

当跨距 $\leq 4500\text{mm}$ 时, 绝对挠度不应该大于 20mm;

当跨距 $> 4500\text{mm}$ 时, 绝对挠度不应该大于 30mm;

按 [5.1.9, b], 自重标准值作用下挠度不应超过其跨度的 $1/500$, 并且不应大于

3mm;

$$B/180 = 900/180 = 5\text{mm}$$

$$B/500 = 900/500 = 1.8\text{mm}$$

对本例取:

$$d_{f1,lim} = 5\text{mm}$$

$$d_{f2,lim} = 1.8\text{mm}$$

q_k : 风荷载作用线荷载集度标准值 (N/mm);

E: 型材的弹性模量 (MPa), 对 6063-T5 取 70000MPa;

I_{ymin} : 绕 Y 轴最小惯性矩 (mm^4);

B: 横梁跨度 (mm);

$$d_{f1,lim} = q_k B^4 / 120EI_{ymin} \quad \dots\dots (\text{受风荷载与地震作用的挠度计算})$$

$$I_{ymin} = q_k B^4 / 120Ed_{f1,lim}$$

$$=0.9 \times 900^4 / 120 / 70000 / 5$$

$$=14059.286 \text{mm}^4$$

$I_{x\min}$: 绕 X 轴最小惯性矩 (mm^4);

G_k : 横梁自重线荷载标准值 (N/mm);

$d_{f2,1im} = 5G_k B^4 / 384EI_{x\min}$ (自重作用下产生的挠度计算)

$$I_{x\min} = 5G_k B^4 / 384Ed_{f2,1im}$$

$$= 5 \times 0.76 \times 900^4 / 384 / 70000 / 1.8$$

$$= 51529.018 \text{mm}^4$$

5.3 选用横梁型材的截面特性

按照上面的预选结果选取型材:

选用型材号: yk150h1

型材抗弯强度设计值: 90MPa

型材抗剪强度设计值: 55MPa

型材弹性模量: $E=70000\text{MPa}$

绕 X 轴惯性矩: $I_x=406540\text{mm}^4$

绕 Y 轴惯性矩: $I_y=415970\text{mm}^4$

绕 X 轴净截面抵抗矩: $W_{nx1}=13241\text{mm}^3$

绕 X 轴净截面抵抗矩: $W_{nx2}=11854\text{mm}^3$

绕 Y 轴净截面抵抗矩: $W_{ny1}=12355\text{mm}^3$

绕 Y 轴净截面抵抗矩: $W_{ny2}=12669\text{mm}^3$

型材净截面面积: $A_n=695.833\text{mm}^2$

型材线密度: $\gamma_g=0.018787\text{N/mm}$

横梁与立柱连接时角片与横梁连接处横梁壁厚: $t=5\text{mm}$

横梁截面垂直于 X 轴腹板的截面总宽度: $t_x=6\text{mm}$

横梁截面垂直于 Y 轴腹板的截面总宽度: $t_y=6\text{mm}$

型材受力面对中性轴的面积矩 (绕 X 轴): $S_x=7538\text{mm}^3$

型材受力面对中性轴的面积矩 (绕 Y 轴): $S_y=7888\text{mm}^3$

塑性发展系数: $\gamma_x=\gamma_y=1.00$

5.4 幕墙横梁的抗弯强度计算

按横梁抗弯强度计算公式, 应满足:

$$M_x / \gamma_x W_{nx} + M_y / \gamma_y W_{ny} \leq f_a \quad \text{.....6.2.4 [JGJ102-2003]}$$

上式中:

M_x : 横梁绕 X 轴方向 (幕墙平面内方向) 的弯矩设计值 ($\text{N} \cdot \text{mm}$);

M_y : 横梁绕 Y 轴方向 (垂直于幕墙平面方向) 的弯矩设计值 ($\text{N} \cdot \text{mm}$);

W_{nx} : 横梁绕 X 轴方向 (幕墙平面内方向) 的净截面抵抗矩 (mm^3);

W_{ny} : 横梁绕 Y 轴方向 (垂直于幕墙平面方向) 的净截面抵抗矩 (mm^3);

γ_x, γ_y : 塑性发展系数:

对于冷弯薄壁型钢龙骨, 按《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018-2002, 取 1.00;

对于热轧型钢龙骨, 按 JGJ133 或 JGJ102 规范, 取 1.05;

对于铝合金龙骨, 按最新《铝合金结构设计规范》GB 50429-2007, 取 1.00;

f_a : 型材的抗弯强度设计值, 取 90MPa。

采用 $S_G+S_w+0.5S_E$ 组合, 则:

$$M_x/\gamma_x W_{nx} + M_y/\gamma_y W_{ny} = 92340/1.00/11854 + 91395/1.00/12355 \\ = 15.187\text{MPa} \leq 90\text{MPa}$$

横梁抗弯强度满足要求。

5.5 横梁的挠度计算

因为惯性矩预选是根据挠度限值计算的，所以只要选择的横梁惯性矩大于预选值，挠度就满足要求：

实际选用的型材惯性矩为：

$$I_x = 406540\text{mm}^4$$

$$I_y = 415970\text{mm}^4$$

预选值为：

$$I_{x\min} = 51529.018\text{mm}^4$$

$$I_{y\min} = 14059.286\text{mm}^4$$

横梁挠度的实际计算值如下：

$$d_{f1} = q_k B^4 / 120EI_y$$

$$= 0.9 \times 900^4 / 120 / 70000 / 415970$$

$$= 0.169\text{mm}$$

$$d_{f2} = 5G_k B^4 / 384EI_x$$

$$= 5 \times 0.76 \times 900^4 / 384 / 70000 / 406540$$

$$= 0.228\text{mm}$$

$$d_{f1, \lim} = 5\text{mm}$$

$$d_{f2, \lim} = 1.8\text{mm}$$

所以，横梁挠度满足规范要求。

5.6 横梁的抗剪计算

校核依据：

$$\tau_{\max} \leq \tau_a = 55\text{MPa} \quad (\text{型材的抗剪强度设计值})$$

(1) V_{wk} ：风荷载作用下剪力标准值(N)：

$$V_{wk} = q_{wk} B / 4$$

$$= 0.9 \times 900 / 4$$

$$= 202.5\text{N}$$

(2) V_w ：风荷载作用下剪力设计值(N)：

$$V_w = 1.4V_{wk}$$

$$= 1.4 \times 202.5$$

$$= 283.5\text{N}$$

(3) V_{Ek} ：地震作用下剪力标准值(N)：

$$V_{Ek} = q_{Ek} B / 4$$

$$= 0.144 \times 900 / 4$$

$$= 32.4\text{N}$$

(4) V_E ：地震作用下剪力设计值(N)：

$$V_E = 1.3V_{Ek}$$

$$= 1.3 \times 32.4$$

$$= 42.12\text{N}$$

(5) V_x ：水平总剪力(N)；

V_x ：横梁受水平总剪力(N)：

采用 $V_w+0.5V_E$ 组合:

$$\begin{aligned}V_x &= V_w + 0.5V_E \\ &= 283.5 + 0.5 \times 42.12 \\ &= 304.56\text{N}\end{aligned}$$

(6) V_y : 垂直总剪力 (N):

$$\begin{aligned}V_y &= 1.2 \times 0.0004 \times BH_1/2 \\ &= 1.2 \times 0.0004 \times 900 \times 1900/2 \\ &= 410.4\text{N}\end{aligned}$$

(7) 横梁剪应力校核:

τ_x : 横梁水平方向剪应力 (MPa);

V_x : 横梁水平总剪力 (N);

S_y : 横梁型材受力面对中性轴的面积矩 (mm^3) (绕 Y 轴);

I_y : 横梁型材截面惯性矩 (mm^4);

t_y : 横梁截面垂直于 Y 轴腹板的截面总宽度 (mm);

$$\begin{aligned}\tau_x &= V_x S_y / I_y t_y \quad \cdots \cdots 6.2.5 [\text{JGJ102-2003}] \\ &= 304.56 \times 7888 / 415970 / 6 \\ &= 0.963\text{MPa}\end{aligned}$$

$$0.963\text{MPa} \leq 55\text{MPa}$$

τ_y : 横梁垂直方向剪应力 (MPa);

V_y : 横梁垂直总剪力 (N);

S_x : 横梁型材受力面对中性轴的面积矩 (mm^3) (绕 X 轴);

I_x : 横梁型材截面惯性矩 (mm^4);

t_x : 横梁截面垂直于 X 轴腹板的截面总宽度 (mm);

$$\begin{aligned}\tau_y &= V_y S_x / I_x t_x \quad \cdots \cdots 6.2.5 [\text{JGJ102-2003}] \\ &= 410.4 \times 7538 / 406540 / 6 \\ &= 1.268\text{MPa}\end{aligned}$$

$$1.268\text{MPa} \leq 55\text{MPa}$$

横梁抗剪强度能满足!

6 玻璃板块的选用与校核

基本参数:

1: 计算点标高: 23.65m;

2: 玻璃板尺寸: 宽 \times 高 = $B \times H = 900\text{mm} \times 1900\text{mm}$;

3: 玻璃配置: 中空玻璃, 外片钢化玻璃 6mm, 内片钢化玻璃 6mm;

模型简图为:

6.1 玻璃板块荷载计算:

(1) 外片玻璃荷载计算:

t_1 : 外片玻璃厚度 (mm);

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/985103212120011131>