

# Application of U-Shaped Glass Curtain Wall in Engineering ——Taking the J Plant Project in Chengdu, China as an Example

Yuejie Liu Jia Mou Zhengqian Lai

China Construction Seventh Engineering Division Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 450003, China

## Abstract

The paper firstly introduces the application status and performance characteristics of U-shaped glass curtain wall; secondly, it describes the construction technology and quality control method of U-shaped glass curtain wall in combination with the J plant project; finally, it analyzes the benefits of using U-shaped glass curtain wall. The paper analyzes the application of U-shaped glass curtain wall examples, hoping to help promote the development and wide application of U-shaped curtain wall.

## Keywords

U-shaped glass curtain wall; divided into blocks; double rows of wings butt joints

# U型玻璃幕墙在工程中的应用——以中国成都J厂房项目为例

刘跃杰 牟佳 赖正乾

中国建筑第七工程局有限公司, 中国·河南 郑州 450003

## 摘要

论文首先介绍了U型玻璃幕墙的应用现状及其性能特性;其次结合J厂房项目,阐述了U型玻璃幕墙的施工工艺、质量控制方法;最后分析使用U型玻璃幕墙带来的效益。论文针对U型玻璃幕墙的实例进行应用分析,希望有助于推动U型幕墙的发展和广泛应用。

## 关键词

U型玻璃幕墙;分块化;双排翼对缝

## 1 U型玻璃简介及应用现状

### 1.1 U型玻璃定义

U型玻璃因为其横截面呈现“U”型而得名,同时也被称为槽型玻璃。其生产方式是利用压延成型的方法,在玻璃仍然熔融的状态下以片状浇铸,然后将其轧制并形成侧翼。

### 1.2 U型玻璃幕墙的发展史

U型玻璃起源于欧洲,因其优秀得材料性质和装饰效果

而成为广受欢迎得玻璃材料。20世纪50年代末,奥地利首先开始生产U型玻璃并应用,随后世界各大经济强国也开始先后发展U型玻璃。

### 1.3 U型玻璃幕墙的应用现状

因为国际上的U型玻璃起步的比较早,从材料生产到幕墙安装整个过程都非常成熟,因此其他国家的U型玻璃幕墙得到了广泛的应用,见图1。经典的应用案例有美国的阿特金斯博物馆、西班牙的马德里图书档案馆、韩国的当代历史国家博物馆等。

【作者简介】刘跃杰(1998-),男,苗族,中国贵州台江人,本科学历,从事建筑工程施工研究。



图1 U型玻璃幕墙景观图

中国的U型玻璃的发展起步稍晚，外加当时中国市场及建筑部门对这种玻璃比较陌生，因此这种新型的幕墙材料一直没有得到开发和应用。进入21世纪，随着中国经济和建筑业的快速发展，各种新型的建筑材料也得到了推广和应用。U型玻璃作为优秀的幕墙材料，开始频繁出现在建筑中。典型的应用例子有宁波博物馆、上海世博会-智利国家馆（见图2）等



图2 上海世博会-智利国家馆

## 2 U型玻璃的性能分析

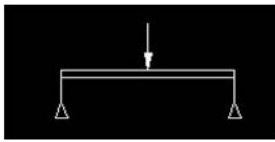
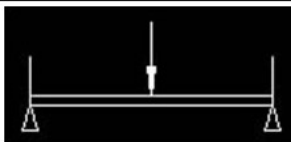
虽然在建筑业中已经存在着各式各样的幕墙，但随着建筑业的进步和设计理念的变化，建筑对材料的要求也逐渐变高，很多不满足要求的材料被淘汰，也有很多新的材料应运而生。而作为新型材料的U型玻璃，有着优秀的物理性质和化学性质，能满足现代化建筑对幕墙材料的要求，将其性质归纳总结为以下几个方面。

### 2.1 力学性能

U型玻璃有着很好的强度，在同条件下其强度远高于普通平板玻璃。且其抗弯强度也很高。其弹性模量为60000~70000MPa，莫氏硬度6~7，抗压强度700~900MPa，

抗拉强度30~50MPa。而U型玻璃的抗弯性能与其底面宽度和侧翼朝向有很大的关系，在一定的范围内底面宽度越小，抗弯性能越强，并且翼朝上时的抗弯强度要远大于翼朝下<sup>[1]</sup>。具体可以参考表1。

表1 U型玻璃力学性能比较

U型截面的位置 <sup>a</sup>	底面宽度(mm) <sup>b</sup>	抗弯强度(N/mm <sup>2</sup> ) <sup>c</sup>
	500 <sup>d</sup>	17.7 <sup>e</sup>
	330 <sup>d</sup>	23.2 <sup>e</sup>
	260 <sup>d</sup>	29.5 <sup>e</sup>
	500 <sup>d</sup>	26.6 <sup>e</sup>
	330 <sup>d</sup>	32.9 <sup>e</sup>
	260 <sup>d</sup>	38.0 <sup>e</sup>

### 2.2 隔音性能

U型玻璃有着很好的隔音性能，特别是在双排安装时，隔音性能又有进一步的提升。U型玻璃在单排安装时，隔音能力大约为24分贝左右，双排安装时隔音能力约为36分贝左右，具体根据不同的厂商会有差别。总体来说，U型玻璃的隔音性能优异，对比其他玻璃幕墙也很有优势，双排安装时的隔音性能甚至能接近隔音玻璃的水平。但对于玻璃来说玻璃结构的严密性对其隔音性能的影响较大<sup>[2]</sup>。因此，在实际施工时应注意玻璃结构的严密性。

### 2.3 透光性能

玻璃材料相比于其他建筑材料最大的优势就是透光性，同时透光性也是在建筑必不可少的，因此玻璃材料被广泛地应用在各种各样的建筑中，同为玻璃材料的U型玻璃也具有良好的透光性。不同的U型玻璃对可见光的透射率不同，具体可参见表2，因此U型玻璃既能满足不同的采光需求，能兼具采光性和隐私性，可以广泛地应用在不同的建筑。

表2 U型玻璃对可见光的透射率

玻璃的种类	玻璃的表面特征	可见光透射比%
不夹丝的U形玻璃和双U形玻璃	平滑	≥65
	带波纹或花纹图案	≥55
夹丝的U形玻璃和双U形玻璃	平滑	≥55

## 2.4 热工性能

### 2.4.1 抗辐射性能

抗辐射性能是防止外界辐射导致室内温度升高的能力。导致室内温度升高的辐射主要来自红外线,因此红外线的透射率直接关系到了抗辐射性能的强弱。而红外线的透射率与U型玻璃的颜色也有很大的关系。颜色的反光能力越强,玻璃的抗辐射性能也就越强,反之亦然<sup>[9]</sup>。

### 2.4.2 导热性能

导热性能指的是热传递导致能量损耗的大小。关于导热性能,由于U型玻璃幕墙没有能使空气透过的缝隙,所以其传热系数比较好。同时U型玻璃的传热系数与安装的方式也有很大的关系,双排安装相对比单排安装传热系数小。

## 2.5 抗腐蚀性能

作为无机非金属材料,玻璃有着很好的抗腐蚀性,能抵抗绝大部分酸、碱腐蚀。构成玻璃的主要成分和内部结构,有利于其保持对化学腐蚀和电化学腐蚀的惰性,并且玻璃的表面一般较为光滑,与腐蚀介质想接触的面积较小。这些特质都使玻璃的抗腐蚀性能远高于其他建筑材料。作为幕墙材料,U型玻璃的艺术性好,性质稳定不易受化学破坏较<sup>[4]</sup>。

## 3 J 厂房项目概况

J 厂房项目位于成都市,总建筑面积为9万多平,分为厂房部分和办公及商业部分,其中办公和商业采用U型玻璃幕墙设计,根据成都的环境、气候、辐射量以及设计要求的采光性、隐私性以及节能性,幕墙部分整体采用U型玻璃加low-e中空玻璃幕墙设计。U型玻璃采用白色的超长U型玻璃,利用U型超白玻璃透光不透影的特性,与low-e玻璃幕墙体系交相呼应,形成明暗变化的玻璃幕墙体系。并根据工程实况总结出了U型玻璃幕墙分块化双排翼对缝施工工艺。

## 4 施工工艺

### 4.1 基本原理及特点

双排翼对缝U型玻璃幕墙的组合方式见图3,玻璃采用铝合金上下卡槽及缓冲垫固定在钢架上,玻璃缝隙间用密封胶填实。而钢架固定方式为上下端采用不等边角钢与热镀锌预埋板焊接。并在玻璃安装完成后内外侧均采用铝合金扣条装饰。

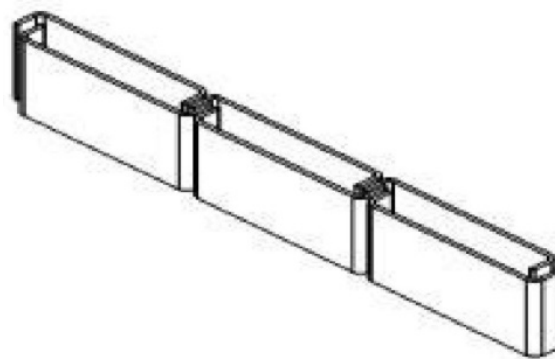


图3 双排翼对缝U型玻璃幕墙的组合方式

该项目施工工艺仅布置上下龙骨,类似于下承式玻璃幕墙的受力方式,在上下龙骨上布置铝合金卡槽,将U型玻璃布置在卡槽内,仅有下部龙骨为主要的受力构件,可以节约大量的钢材,同时也提升了幕墙的整体性和美观性。而采用超长超白的玻璃,有利于规模化生产和方便现场加工裁剪,超白的特点则兼顾了隐私性和节能性,配合双排翼对缝的连接方式,能形成一个较好的保温体系。

## 4.2 施工工艺流程

### 4.2.1 测量放线

放线采用的是外控法。测量放线步骤流程为:平面控制测量→高程控制测量→主控线弹设→幕墙控制线弹设→外控点控制网平面图制作→层间标高设置→测量结构埋件偏差→报验。同时在测量放线的过程中,对不满足龙骨安装要求及影响弹线的部位及时进行清理和修补,保证测量工作正常进行<sup>[5]</sup>。

### 4.2.2 防腐喷涂

角钢、U型钢、矩管等工件需要进行防腐喷涂处理。在进行喷涂前,要先对工件表面进行去污处理,以增加涂层与工件表面的结合力,保证面漆的涂层颜色和厚度均匀。

### 4.2.3 后埋件安装

埋件在安装前需要根据测量所放的线对埋件的位置作校验,检查其是否出现偏差。待检查合格后在进行安装。该项目采用的时化学螺栓的安装方式。安装的施工步骤为:电锤打孔、化学药剂安装→螺杆、后置埋件安装→后置埋件调整、固定。注意化学螺栓在施工完毕后,不应马上进行下一步的施工,需等待化学药剂反应充分后再进行。

### 4.2.4 连接工件的安装

连接件在安装时需要依据测量时所放的线进行安装,通

过焊接将连接件固定在钢梁上,需要注意的是主挑梁在焊接时必须达到设计的熔度及焊面。在焊接完成后,需要及时除去焊渣,并进行防腐喷涂处理。

#### 4.2.5 龙骨安装

龙骨在安装前需要对龙骨的直线度进行检查,需检查合格后再进行安装。上下槽龙骨安装顺序从下向上,依据水平横向线进行安装,按垂直线调节好里外面,为保证质量,再龙骨对位后需要立即进行固定,避免发生位移。注意在安装时要保证龙骨的垂直度。

#### 4.2.6 外包框安装

采用卡扣式成品 U 型玻璃铝合金装饰条对龙骨进行覆盖,先覆盖水平向龙骨,再覆盖竖向龙骨。覆盖过程中,保证装饰条的水平及垂直度。

#### 4.2.7 U 型玻璃安装

在龙骨安装完成后,结构梁部分用防火岩棉板进行封堵,然后对整个龙骨进行外铝合金安装,在装玻璃前需重新弹线定位。随后进行玻璃定尺加工,其长度需以框洞的高度为参考再减少 25~30mm,根据建筑宽度最后一块玻璃进行定尺加工。玻璃安装从中心点开始向两端安装。玻璃与边框应为柔性连接,以保证玻璃不易碎裂,可在边框内放入垫片,注意衬垫与边框接触面不应小于 12mm。

#### 4.2.8 密封胶灌注

U 型玻璃安装完成后需要灌注密封胶,以保证玻璃的防水性、隔音性和保温性,注意在灌注时要保持密封部位的清洁和干燥。并且需在周围贴防护纸胶带以防止密封发生玷污。

#### 4.2.9 清洁检查

撕下保护膜清扫胶带残留物,检查表面是否存在污染及其他缺陷,发现污染的部位应及时进行清理,对于缺陷部位无法进行修补的,应进行更换。

## 5 质量控制

### 5.1 材料质量

#### (1) 气泡

不允许出现开口气泡和大于 8mm 的闭口气泡、1mm 以下的闭口气泡优等品的要求是 10cm 内不能相邻出现,合格品不限。1~3mm 的气泡优等品的要求的不多于 6 个,合格品不限。3~8mm 的气泡优等品的要求是只允许出现 1 个,合格品为 20 个。

#### (2) 突出和缺口

不允许出现破坏性疙瘩、突出玻璃表面条纹以及端头突出。1~2mm 的非破坏性疙瘩,不允许超过 3 个,优等品不允许出现划痕、褶皱等问题。缺角和端头缺口,优等品不允许超过 5mm,合格品不允许出现 10mm。

#### (3) 其他

不允许出现开口裂痕和小裂痕,不允许出现玻璃色调不均的现象。

## 5.2 U 型玻璃幕墙安装质量

(1) 幕墙玻璃与主体结构连接处应嵌入安装槽口内,玻璃与槽口间的空隙应有支承垫块和定位垫块。

(2) 玻璃肋的宽度和厚度应满足要求,密封胶应灌注平实,且不应出现玷污。

(3) 玻璃与玻璃之间应留有 3~5mm 间隙进行密封胶,胶缝应饱满平滑,中间无遗漏或流淌,不允许玷污框料及玻璃。

## 5.3 其他工件的安装质量

### 5.3.1 竖向构件

构件整体垂直度偏差允许不超过 10mm,竖向构件直线度不允许大于 2.5mm,相邻两竖向构件标高偏差允许不超过 3mm,同层的构件标高偏差允许不超过 5mm,相邻两竖向构件间距偏差允许不超过 2mm。

### 5.3.2 横向构件

单个横向构件水平度,构件小于 2m 时不允许超过 2mm,大于 2m 时,不允许超过 3mm。相邻两横向构件间距差,间距小于 2m 时不允许超过 1.5mm,大于 2m 时,不允许超过 2mm。相邻横向构件端部标高差不允许超过 1mm。幕墙横向构件高度差,宽度小于 35m 不允许超过 5mm,大于 35m 时,不允许超过 7mm。

## 6 效益分析

J 厂房项目通过对 U 型玻璃幕墙的应用和分块化的双排翼对缝施工工艺的使用得到了许多正面效益,总结为以下几点。

### 6.1 节省工期

该项目采用的 U 型玻璃幕墙分块化双排翼对缝的施工工艺方便,操作工人很容易掌握技术要领,能更快捷地进行施工,从而节省工期。且该施工工艺为仅安装上下槽,对比其他幕

墙省去了很多工序,也大大减少了工期。

## 6.2 节约成本

该施工工艺节省了大量的钢材,能降低很多的施工成本,对比使用其他玻璃幕墙,可节约大量成本。同时因为施工方便也节省了很多人工成本。

## 6.3 美观性

该项目采用的超白 U 型玻璃幕墙,有很好的美观性。分块化的安装方式也使 U 型玻璃幕墙呈现出很好的整体性,配合 Low-e 中空玻璃幕墙形成了明暗对比。从而实现精美的建筑外形

## 6.4 节能

该项目使用的超白 U 型玻璃幕墙能反射大部分的光线,从而能很大程度的阻断外界辐射导致室内温度上升,且使用双排的安装方式,也具有很好的保温性。

## 6.5 其他

U 型玻璃幕墙采用双排翼对缝安装,具有很好的隔音性,同时超白 U 型玻璃幕墙也能很好地兼顾隐私性和采光性。

## 7 结语

论文以 U 性玻璃幕墙的应用实例为对象,阐述了其相关的施工工艺,质量控制方法,并列出了使用 U 型玻璃幕墙带来的效益。U 型玻璃作为一种新的幕墙材料,具有很多优越性,其在建筑上的应用也必将会越来越多。中国关于 U 型玻璃幕墙的创新却还很少,需要整个行业共同努力、不断探索,让优秀的建筑材料得到更好的应用。

## 参考文献

- [1] 刘国栋.对不同玻璃隔音效果的研究[J].科技创新导报,2016(23):24-25.
- [2] 王瑾.U型节能玻璃幕墙施工技术[J].山西建筑,2016(31):113+177.
- [3] 蒋升桓.成都地区普通多层公共建筑玻璃节能技术的应用[D].成都:西南交通大学,2016.
- [4] 吕天,吕由,段佳辉.U型玻璃及其在建筑领域中的应用[J].玻璃,2017(05):50-54.
- [5] 建筑工程施工质量验收统一标准.06J501 U型玻璃幕墙外装修标准[S].2006.