

MUQIANG GONGCHENG
JISHU YAODIAN JINGJIE

幕墙工程 技术要点精解

刘宪文 主编

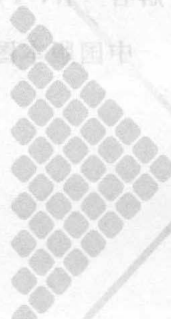


化学工业出版社



幕墙工程 技术要点精解

刘宪文 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

幕墙工程技术要点精解/刘宪文主编. —北京:
化学工业出版社, 2012. 6

ISBN 978-7-122-14294-8

I. 幕… II. 刘… III. 幕墙-建筑工程-问题
解答 IV. TU227-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 094455 号

责任编辑: 彭明兰
责任校对: 洪雅姝

装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

710mm×1000mm 1/16 印张 17 字数 336 千字 2013 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 45.00 元

版权所有 违者必究

编写人员名单

刘宪文 王宝玉 刘继英 滕淑珍

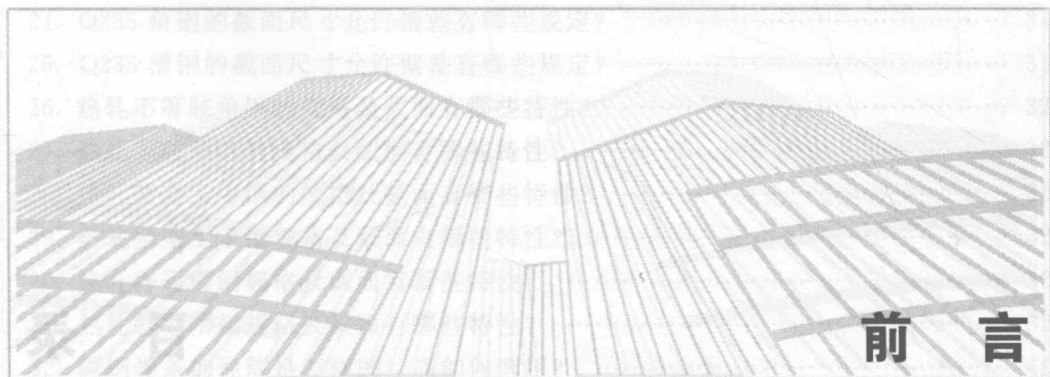
刘治秋 滕喜利 戚宏伟 滕喜军

王子玉 王子林 杨春雷 李久扬

我国建筑事业的蓬勃发展，伴随着改革开放的灿烂光辉，特别是幕墙工程更给祖国各地披地而起，建起了一座座更加富丽堂皇、更加壮观，但不尽如人意的是个别施工企业由于自身管理知识的贫乏和施工经验的不足，使完工的项目漏洞百出，不能实现设计目的。这些现象屡见不鲜，甚至有的工程项目幕墙失稳，高空坠落伤人，给人民的生命财产造成不必要的损失，原因何在？又如何在今后的施工过程中杜绝类似事件的发生？作者从幕墙材料、设计、制作、安装、注意事项及工程验收等方面编写了这本书，献给奋斗在幕墙工程设计和施工第一线的广大技术、施工管理人员以及对幕墙工程感兴趣、一心想提高自身价值、追求进步的施工人员使用。

本书受到深圳证券交易所建设单位——北京远达国际工程咨询有限公司项目监理部领导及广大监理人员的大力支持和帮助，在此谨表感谢。

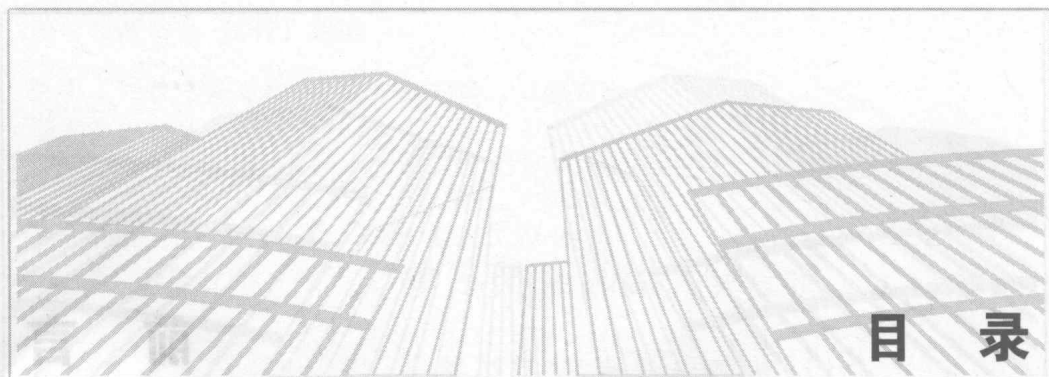
作者于深圳
2012年6月



我国建筑事业的蓬勃发展，闪烁着改革开放的灿烂光辉，特别是幕墙工程更先后在祖国各地拔地而起的高层建筑披上了一层神秘的面纱，使其变得更加富丽堂皇、更加壮观。但不尽如人意的是个别施工企业由于自身管理知识的贫乏和施工经验的不足，使完工的项目漏洞百出，不能实现设计目的。这些现象屡见不鲜，甚至有的工程项目幕墙失稳，高空坠落伤人，给人民的生命财产造成不必要的损失，原因何在？又如何在以后的施工过程中杜绝类似事件的发生？作者从幕墙材料、设计、制作、安装、注意事项及工程验收等方面编写了这本书，献给奋斗在幕墙工程设计和施工第一线的广大技术、施工管理人员以及对幕墙工程感兴趣、一心想提高自身价值、追求进步的施工人员使用。

本书受到深圳证券交易所建设单位——北京远达国际工程咨询有限公司项目监理部领导及广大监理人员的大力支持和帮助，在此谨表感谢。

作者于深圳
2012年6月



第一章 概述	1
1. 建筑幕墙有哪些特点?	1
2. 与传统的墙体材料相比, 建筑幕墙有哪些特点?	1
3. 近年来建筑幕墙的发展是怎样的?	2
4. 其他形式的幕墙和采光顶包括哪些?	2
5. 石材幕墙建筑情况如何?	3
6. 大跨度公共建筑幕墙及采光顶应用如何?	3
7. 四角锥和采光顶的应用是怎样的?	3
8. 异形幕墙的应用是怎样的?	4
9. 建筑幕墙如何分类?	5
10. 什么是明框幕墙?	5
11. 隐框幕墙与明框幕墙有何区别?	7
12. 什么是半隐框玻璃幕墙?	9
13. 什么是全玻幕墙?	12
14. 什么是点支幕墙?	14
15. 为什么说幕墙的安全与质量是重中之重?	20
16. 可能导致钢化玻璃自爆的原因是什么?	23
17. 半钢化玻璃的抗风压性能是怎样确定的?	23
18. 保证建筑幕墙工程质量和安全有哪些技术措施?	23
第二章 幕墙材料	26
19. 幕墙材料的选择应坚持哪些原则?	26
20. 幕墙材料有哪些质量控制标准?	27
21. 幕墙钢材包括哪些? 应符合哪些国家标准?	29
22. Q235 (A3) 碳素结构钢的强度和变形是怎样的?	29
23. Q235 钢的物理力学性能是怎样的?	30

24. Q235 角钢的截面尺寸允许偏差有哪些规定?	31
25. Q235 槽钢的截面尺寸允许偏差有哪些规定?	31
26. 热轧不等肢角钢的规格及截面有哪些特性?	32
27. 热轧等肢角钢的规格及截面有哪些特性?	32
28. 热轧普通工字钢的规格及截面有哪些特性?	32
29. 热轧轻型工字钢规格及截面有哪些特性?	32
30. 热轧普通槽钢规格及截面有哪些特性?	32
31. 热轧轻型槽钢规格及截面有哪些特性?	32
32. 碳钢焊条的性能是怎样的? 应如何选用?	48
33. 碳钢焊条熔敷金属的化学成分和力学性能是怎样的?	48
34. 低合金钢材力学性能是怎样的?	53
35. 普通低合金钢热轧轻型工字钢规格及截面有哪些特性?	53
36. 普通低合金钢热轧轻型槽钢规格及截面有哪些特性?	53
37. 低合金钢焊条的药皮类型和焊接电源有哪些要求?	53
38. 低合金钢焊条熔敷金属的化学成分和力学性能是怎样的?	53
39. 对耐候结构钢有哪些具体要求?	55
40. 高耐候结构钢冲击试验有哪些要求?	56
41. 不锈钢棒材有哪些类别和牌号?	58
42. 不锈钢棒的尺寸和外形有哪些规定?	59
43. 不锈钢棒材的交货有哪些规定?	60
44. 不锈钢棒材的力学性能是怎样的?	62
45. 不锈钢棒材的耐腐蚀性能是怎样的?	65
46. 不锈钢棒材的表面质量和特殊要求有哪些?	66
47. 国产不锈钢棒材的牌号与进口的有哪些区别?	67
48. 不锈钢冷加工钢棒有哪些类别和牌号?	67
49. 不锈钢冷加工圆钢、方钢、扁钢及六角钢的标准尺寸有哪些?	67
50. 钢棒尺寸的允许偏差有哪些规定?	67
51. 不锈钢钢棒公差级别的应用范围有哪些?	67
52. 不锈钢棒有哪些技术要求?	67
53. 幕墙用钢丝绳和钢绞线有哪些特征?	73
54. 无缝钢管的性能和规格有哪些?	77
55. 铝合金型材的生产过程和生产设备有哪些?	83
56. 铝合金型材目前有哪些标准规定?	83
57. 铝合金型材的牌号、化学成分、力学性能有哪些规定?	85
58. 铝合金型材的表面质量有哪些规定?	86
59. 铝合金型材尺寸、角度、平面间隙、曲面间隙、弯曲度、扭拧度有哪些规定?	86

60. 建筑型材的壁厚有哪些要求?	90
61. 什么是隔热断桥铝材?	91
62. 单层铝板的构造、化学成分及性能是怎样的?	93
63. 什么是铝塑复合板?	95
64. 什么是蜂窝复合铝板?	98
65. 蜂窝复合铝板的外观质量有哪些要求?	99
66. 招发 CA3500 蜂窝复合铝板性能是怎样的?	100
67. 不锈钢板的化学成分是怎样的?	100
68. 冷轧不锈钢经固溶处理的奥氏体型钢力学性能是怎样的?	100
69. 热轧不锈钢板有哪些种类和牌号?	106
70. 热轧不锈钢板的化学成分是怎样的?	106
71. 热轧不锈钢板的力学性能有哪些?	111
72. 热轧不锈钢板的表面质量有哪些要求?	113
73. 彩色钢板性能是怎样的?	114
74. 彩色钢板的分类、尺寸有哪些规定?	115
75. 玻璃有哪些力学性能?	116
76. 玻璃有哪些物理性能?	117
77. 普通玻璃有哪些质量要求?	117
78. 透明浮法玻璃有哪些质量要求?	118
79. 什么是吸热玻璃?	120
80. 建筑级浮法玻璃质量标准包括哪些?	121
81. 透明浮法玻璃性能是怎样的?	121
82. 单层玻璃性能是怎样的?	123
83. 钢化玻璃有哪些特性?	124
84. 钢化玻璃有哪些质量要求?	124
85. 钢化玻璃的规格有哪些种类?	125
86. 热反射玻璃(镀膜玻璃)的性能是怎样的?	126
87. 国产幕墙用玻璃的规格和性能是怎样的?	127
88. 热反射镀膜玻璃质量有哪些规定?	128
89. 什么是中空玻璃?	130
90. 中空玻璃有哪些特性?	131
91. 中空玻璃的质量要求有哪些?	132
92. 夹丝玻璃有哪些特性?	133
93. 夹层玻璃有哪些性能?	134
94. 夹层玻璃质量有哪些具体要求?	136
95. 热弯玻璃的规格和质量控制有哪些?	137
96. 聚碳酸酯板有哪些特点?	140

97. 花岗岩有哪些特性? 其力学性能是怎样的?	142
98. 大理石有哪些特性? 其力学性能是怎样的?	143
99. 青石板有哪些特征?	144
100. 石材的检验包括哪些内容?	144
101. 微晶石材有哪些特性?	145
102. 国家对密封胶采取了怎样的质量控制措施?	146
103. 建筑聚硅氧烷密封胶的特点及分类是怎样的?	147
104. 密封胶的性能有哪些区别?	149
105. 建筑密封胶(耐候胶)的性能是怎样的?	150
106. 聚硅氧烷密封胶有哪些性能?	152
107. SS601 中性硅酮密封胶有哪些特性?	154
108. SS 系列密封胶的使用应注意哪些事项?	155
109. SS 系列聚硅氧烷耐候密封胶的施工有哪些要求?	155
110. 密封胶的应用程序是怎样的?	156
111. 结构密封胶的应用应注意哪些方面?	158
112. 《建筑用硅酮结构密封胶》(GB 16776—2005) 包括哪些主要内容?	159
113. 白云 SS621、SS622 结构胶有哪些特征?	164
114. SS621 和 SS622 硅酮结构密封胶施工有哪些规定?	165
115. 中空玻璃密封胶的性能是怎样的?	166
116. SS615/SS616 中空玻璃用胶特性及用量估算是怎样的?	168
117. 双面贴胶带的性能是怎样的?	169
118. 氯乙烯发泡填充棒的用途与功能是怎样的?	170
119. 幕墙预埋件一般有哪些形式?	170
120. 国内厂家玻璃规格有哪些?	176

第三章 幕墙设计 178

121. 幕墙设计图样包括哪些?	178
122. 幕墙性能分级的依据是什么?	178
123. 幕墙性能如何分级?	179
124. 幕墙安全设计包括哪些方面?	180
125. 结构设计应坚持哪些原则?	188
126. 什么是结构式、半单元式、单元式幕墙?	190
127. 石材幕墙由哪些部分组成?	190
128. 石材幕墙的面板与骨架有哪些连接方式?	191
129. 什么是铝板幕墙?	192
130. 什么是单元式有框幕墙?	192
131. 其他形式的幕墙和采光顶有哪些?	192

132. 幕墙应具备哪些性能? 性能试验应包括哪些内容?	193
133. 采光顶静载试验如何进行?	194

第四章 幕墙工程施工 196

134. 施工组织设计包括哪些内容?	196
135. 深圳证券交易所营运中心大厦施工难点有哪些?	197
136. 铝合金龙骨及装饰条加工有哪些要求?	201
137. 玻璃组件加工的程序是怎样的?	202
138. 板块组件装配质量有哪些要求?	206
139. 结构胶注胶质量检测包括哪些方面?	208
140. 铝合金、铝复合板材加工及构件铝型材装配尺寸质量如何控制?	209
141. 铝合金框料加工应注意哪些方面?	210
142. 玻璃面板安装应注意哪些方面?	210
143. 垂直运输嵌型窗的施工升降机应符合哪些要求?	211
144. 带挂钩板的型材和铝板在本工程上有何用途?	211
145. 幕墙用预埋件有哪些形式?	213
146. 幕墙防雷接地是怎样处理的(以深交所大厦工程为例)?	216
147. 幕墙材料进场应符合哪些要求?	217
148. 测量放线应注意哪些方面?	218
149. 预埋件如何清理与检验?	219
150. 结构焊接检验如何进行?	219
151. 玻璃安装检验应符合哪些要求?	220
152. 玻璃注胶质量应如何检验?	220
153. 幕墙成品的检测包括哪些内容?	220
154. 幕墙质量检验应符合哪些规定?	221
155. 幕墙渗漏试验如何进行?	222
156. 吊装安全技术措施有哪些?	223
157. 幕墙工程检验、试验内容和取样及检测方法有哪些?	223
158. 幕墙紧固件有哪些种类? 应确保哪些关键?	224
159. 幕墙螺栓分几个级别?	225
160. 碳钢螺栓的强度有哪些规定?	225
161. 螺纹紧固件的应力截面面积值有哪些规定?	225
162. 螺栓、螺柱、螺钉和螺母的公差有哪些规定?	226
163. 螺栓、螺柱和螺钉各性能等级的钢种和回火温度有哪些规定?	227
164. 不锈钢螺栓、螺柱和螺钉的力学性能有哪些规定?	227
165. 不锈钢螺栓、螺柱和螺钉的组别与性能标记是怎样的?	228
166. 不同类别和组别的不锈钢紧固件的适用范围是怎样的?	229

167. FA 类钢（铁素体-奥氏体组别）的化学成分是怎样的？	229
168. 奥氏体钢螺母的力学性能是怎样的？	229
169. 不锈钢螺母的标记是怎样的？	230
170. 马氏体与铁素体钢螺母的力学性能是怎样的？	230
171. 抽芯铆钉的机械性能等级与用材是怎样的？	230
172. 自攻螺钉有哪些种类？	231
173. 自钻自攻螺钉有哪些规格尺寸？	231
174. 自攻螺钉的钻透能力是怎样的？	232
175. 自攻螺钉的承载能力是怎样的？	233
176. 进口自攻螺钉如何换算成公制？	233
177. 自钻自攻螺钉的工作性能有哪些规定？	233
178. 自钻自攻螺钉有哪些技术要求？	234
179. 自攻螺钉的力学性能有哪些规定？	235
180. 锚栓有哪些种类？	236
181. 膨胀型、扩孔型建筑锚栓的使用有哪些规定？	237
182. 后锚固对基材有哪些具体要求？	237
183. 后锚固植筋用锚固胶的质量有哪些要求？	237

第五章 框架及面板安装 239

184. 玻璃幕墙安装施工组织设计应符合哪些要求？	239
185. 单元式玻璃幕墙施工组织设计应符合哪些要求？	239
186. 点支式玻璃幕墙施工组织设计应符合哪些要求？	239
187. 全玻璃幕墙施工质量有哪些要求？	240
188. 单元式玻璃幕墙连接件安装质量有哪些要求？	240
189. 焊缝的质量等级如何划分？	241
190. 一级、二级焊缝的质量有哪些规定？	241
191. 明框玻璃幕墙安装质量如何控制？	242
192. 隐框、半隐框玻璃幕墙安装质量如何控制？	242
193. 金属幕墙安装质量如何控制？	243
194. 石材幕墙安装质量如何控制？	244
195. T形接头、角接接头、十字形接头的焊缝质量有哪些规定？	244
196. 一般焊缝和凹形角焊缝的质量有哪些要求？	245
197. 玻璃幕墙安装前的准备工作有哪些？	245
198. 石材幕墙短平槽短钩与槽的设计及开槽质量控制是怎样的？	246
199. 石材幕墙弧形短槽短钩设计及开槽质量控制是怎样的？	246
200. 玻璃幕墙构件安装有哪些要求？	247
201. 玻璃幕墙的立柱、横梁及其他附件的安装质量有哪些要求？	247

202. 幕墙玻璃安装有哪些要求?	248
203. 玻璃幕墙用聚硅氧烷密封胶施工有哪些要求?	248
204. 隐框玻璃幕墙组装有哪些要求?	249
205. 明框玻璃幕墙的玻璃安装有何重要要求?	250
206. 混凝土结构后锚固技术规程对锚栓有哪些要求?	250
207. 框支承玻璃幕墙工程抽样检验应符合哪些规定?	251
208. 隐框玻璃幕墙的安装质量有哪些要求?	252
209. 点支承幕墙的安装质量应如何掌握?	252
210. 钢爪的安装质量应如何掌握?	252
211. 玻璃幕墙外观质量有哪些要求?	253
212. 对玻璃幕墙工程检验数量有哪些规定?	253
213. 玻璃幕墙的观感质量有哪些要求?	253
214. 如何进行玻璃幕墙工程观感质量验收?	254
215. 如何进行建筑幕墙平面内变形性能检测?	254
216. 幕墙的抗风压变形、雨水渗漏、空气渗透试验有哪些规定?	255
217. 如何进行幕墙水密性检测?	255
218. 框格体系的中间检验如何进行?	255
219. 结构玻璃装配组件如何进行中间验收?	256
220. 如何对玻璃幕墙进行竣工验收?	256
221. 玻璃幕墙包括哪些隐蔽验收?	256
222. 幕墙工程检验有哪些规定?	257
223. 玻璃幕墙竣工验收应提供哪些资料?	258

参考文献	260
------	-----

第一章 概 述

1. 建筑幕墙有哪些特点？

建筑幕墙是建筑物外围结构的一种。它与一般的外墙有所不同，它有以下三个显著特点。

- (1) 建筑幕墙包封整个主体结构，使整个主体结构不外露。
- (2) 建筑幕墙通常与主体结构采用可动连接，竖向幕墙通常采用在主体结构上悬挂的方式，所以，在主体结构发生位移的情况下，建筑幕墙可以随着主体的移动而移动，不致产生开裂和脱落现象。
- (3) 建筑幕墙为完整的结构体系，直接承受着施加在结构体系上的自身荷载、施工荷载及风雪荷载，并传递到主体结构上。点支幕墙由面板和支承钢结构组成；有框幕墙一般由面板、横梁（次梁）及立柱组成。建筑幕墙的支承架（立柱、横梁、支承钢结构）通常由钢材和铝材制作而成，有时也用玻璃；其面板可以是铝板、石材、玻璃、钢板、混凝土板，但透光部分必须是玻璃或聚碳酸酯板。根据面板的材质，建筑幕墙分为石材幕墙、铝合金板幕墙、玻璃幕墙，有的工程将以上材料混用则称为组合幕墙。

2. 与传统的墙体材料相比，建筑幕墙有哪些特点？

与传统的墙体材料相比，建筑幕墙有以下特点。

- (1) 墙体自身重量轻，金属板幕墙和玻璃幕墙通常是 $0.3 \sim 0.5 \text{ kN/m}^2$ ，是混凝土预制板墙面的 $1/8 \sim 1/7$ ，石材幕墙约为 1 kN/m^2 ；金属板幕墙和玻璃幕墙仅是砖砌墙体的 $1/12 \sim 1/10$ ，因此降低了对主体、基础的压力，节约了建设资金。
- (2) 主要材料为现代工业产品，金属板和铝板富有现代感和豪华感，有明显的建筑艺术效果。所使用的玻璃具有很强的透光和光反射能力，对建筑物采光、节能具有一定的作用。
- (3) 对幕墙构件的更换和维护比较容易和方便，从而节约了成本。

(4) 所使用的材料种类较少,大多是工厂化生产的产品,生产质量较稳定,现场安装工程量少,能加快施工进度,缩短工期。

(5) 能更好地适应旧建筑物表面的改造更新。近年来更多地运用在旧建筑物的改建或扩建工程上。

(6) 建筑幕墙隔绝了风吹日晒和气温变化对主体结构的影响,延长了建筑物的使用寿命,有效地解决了高层建筑和大量建筑的温度应力问题。

近年来建筑幕墙在我国得到广泛应用,已形成一定的产业规模,有的厂商从材料的生产逐渐发展成为既生产又安装的服务企业,从而使施工质量更加有保障。目前我国已成为世界上幕墙年产量最高的国家。

由于建筑幕墙使用较新的材料,要求生产商具有较好的产品加工设备及较高的工艺和设计、施工水平,同时也要求有更严格的技术管理措施。建筑幕墙造价较高,采用的金属板、玻璃相对较薄、强度较低,抗风、抗震性能较差,保温性能较弱,长期运行的费用相对较高,如幕墙设计、施工不当,其反射的热和光将对周边的环境产生不利影响。所以,在建筑幕墙设计前应进行可行性研究。

3. 近年来建筑幕墙的发展是怎样的?

20世纪70年代开始,中国、日本、韩国及东南亚诸国逐步成为世界第二个高层建筑的中心,高层建筑的发展促进了建筑幕墙的飞速发展。

日本是亚洲经济发展最早的国家,高层建筑也建造得最早,20世纪80年代在中低层建筑采用铝板和玻璃幕墙,到90年代开始在超高层建筑采用铝板和玻璃幕墙。由于日本是多地震国家,目前日本的最高建筑——横滨标志大厦采用的是混凝土-花岗石复合板(即底层为钢筋混凝土板,面层为花岗石板,以钢筋混凝土板承重,花岗岩板饰面)。

4. 其他形式的幕墙和采光顶包括哪些?

近年来,除了在多层和高层建筑采用常规幕墙外,也开始在塔楼屋顶和裙楼屋顶采用采光顶。采光顶的材料一般为玻璃(包括中空玻璃和夹胶-中空玻璃、夹胶玻璃),也有使用聚碳酸酯板的。

特殊形式的幕墙可以体现特殊造型的建筑风格,塑造出风格各异的建筑艺术作品。目前国内外的机场、车站、体育馆、会展中心及文化中心等大跨度结构大多使用玻璃幕墙加金属板屋面。大阪国际机场是采用钢结构主体,外形类似恐龙的拱形立体桁架,上面支承铝板加玻璃采光带屋面,四周为鱼腹桁架支承玻璃幕墙。

另外,点支承式玻璃幕墙由于其透光性能好,并且施工简单,目前已得到广泛应用。点支幕墙的支承结构一般为钢结构,使用拉杆桁架、拉索桁架等比较轻便的结构型式。

采光顶除一般斜面和平面外,还有不少做成拱形或球形的。深圳市政府的采光

顶做成大鹏展翅形式,给人一种非常壮观的感觉。

5. 石材幕墙建筑情况如何?

深圳蛇口新时代广场大厦采用的是石材幕墙,幕墙采用干挂花岗岩板形式,建筑高度 175m,干挂石材的高度达到 162m,西班牙粉红麻面花岗岩板(板厚 30mm)在阳光的照射下显得非常壮观。深圳沿海是多台风地区,风压达到 0.7kPa,其大厦顶部的风压设计值为 10kPa,建成后经受了三次 11~12 级台风的考验而安然无恙。在这之前,由于石材大约质量在 $2.7\text{t}/\text{m}^3$,一般均使用在高层建筑的裙楼或塔楼的 10 层以下墙面,但目前已广泛应用在高层建筑上。

6. 大跨度公共建筑幕墙及采光顶应用如何?

大跨度公共建筑幕墙及采光顶广泛应用在车站、文化中心、会展中心、体育馆及机场等场所。

深圳市民中心波形屋面长达 400m,四角高高翘起,远看就像是张开的翅膀。

采光顶的下方是深圳市政府办公大楼,周边停车场、邮政局等附属设施一应俱全。正中间的办公大楼为斜坡形墙面,采用的是点支钢索玻璃幕墙,形成了相当宽广的透明室内空间。

深圳机场候机楼建于 1988 年,为点支式玻璃幕墙,玻璃最大尺寸为 $1.8\text{m} \times 3.2\text{m}$,为 15mm 厚绿色钢化本体玻璃。每片玻璃有 6 个支点连接在上下横梁上,其横梁由钢管桁架支承。钢管桁架的最大跨度为 18m,上部用双铰摇臂与屋架相连接,下部与地面铰接。

7. 四角锥和采光顶的应用是怎样的?

深圳世界之窗是我国较早建成的四角锥,其平面尺寸为 $15\text{m} \times 15\text{m}$,用钢管网架做支承。

贵阳市人民广场的金字塔是用点支承玻璃建成,其支承结构为拉索桁架,每个三角形都加了一个 X 形斜支撑,提高了支承体系的刚度。

福州温泉公园的金字塔底面尺寸为 $40\text{m} \times 40\text{m}$,其幕墙采用 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 的三角形板块、 $6\text{mm} + 0.76\text{mm} + 6\text{mm}$ 灰色夹胶玻璃,支设在屋面钢管网架上,总面积近 2000m^2 的屋面仅用了 1 个月的时间便轻松地完成施工。

另外,在高层建筑的顶部也有设置四角锥的。深圳蛇口新时代广场大厦屋顶的玻璃四角锥,底平面为 $24\text{m} \times 24\text{m}$,四角锥的底标高为 162.8m,顶标高为 175.7m,由灰色夹胶板块组成。

采光顶目前在办公楼建筑和旅馆建筑中得到了广泛应用,采光顶玻璃一般使用夹胶玻璃或夹胶-中空玻璃,多为三角形板块。在我国首例采用上下弦拉

索平板型、空间杆件系统高新技术的是深圳市民中心博物馆，其为 $30\text{m} \times 54\text{m}$ 的采光顶，于 2001 年建成。因为上下弦均为拉索，为保证屋面的稳定性，拉索的拉力达到 100kN ，所以，对预应力施工、环向锚固梁的设计都提出了新的挑战。为此施工前必须进行原大件加载试验，合格后方可实施。深圳市民中心博物馆拉索采光顶如图 1-1 所示。

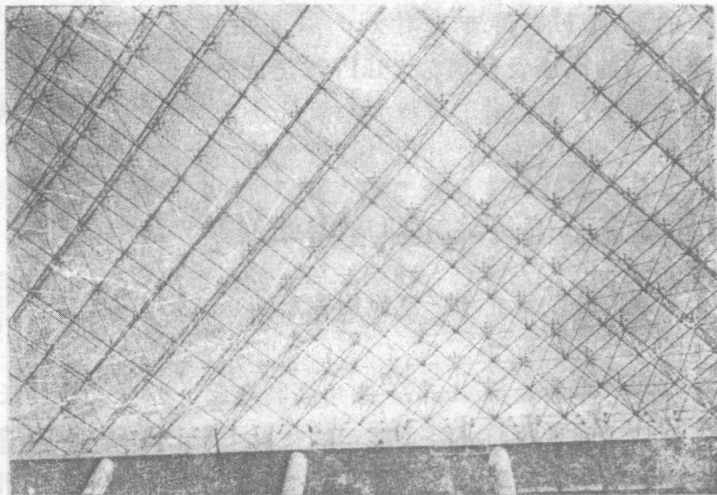


图 1-1 深圳市民中心拉索采光顶

8. 异形幕墙的应用是怎样的？

异形幕墙有很好的造型功能，它可以满足各种形状的造型要求。目前我国的建筑物对异形幕墙应用十分普遍。其中半球形幕墙、球形幕墙是最为常见的异形幕墙形式。如上海东方明珠电视塔（如图 1-2 所示）和上海浦东国际会议中心（如图

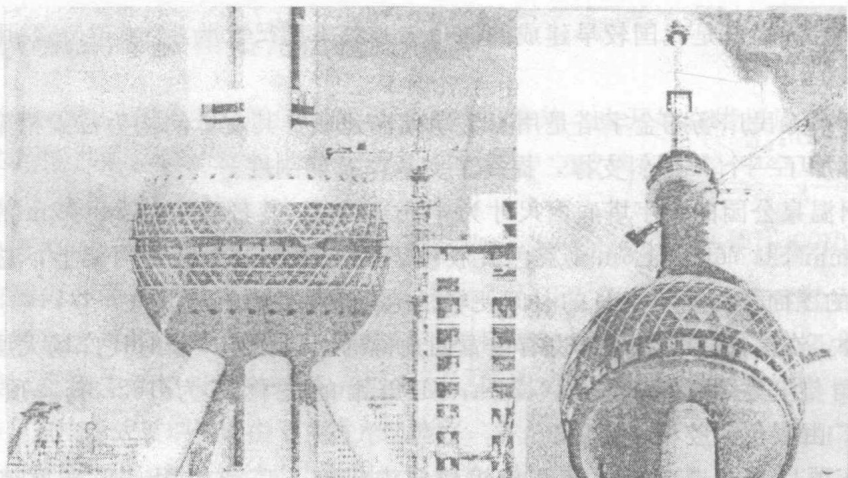


图 1-2 上海东方明珠电视塔（局部）（单层铝板 20000m^2 ）

1-3 所示)等。青岛会展中心的钟形吊挂玻璃罩,最大直径为 22m,由环向和母线方向的交叉钢管桁架组成支承骨架,为点支式玻璃幕墙。

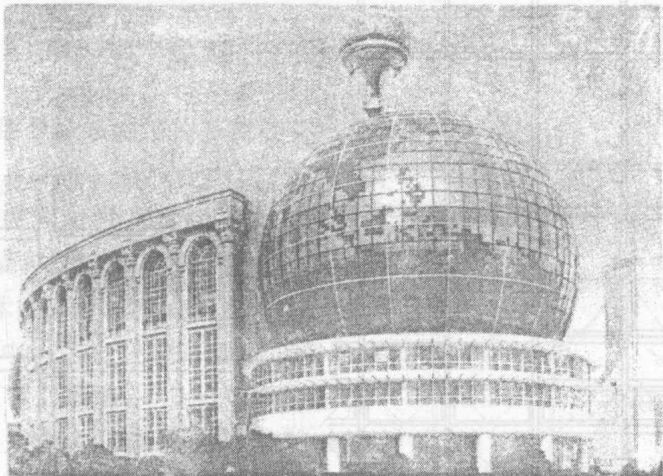


图 1-3 上海浦东国际会议中心球形幕墙

9. 建筑幕墙如何分类?

建筑幕墙可分为以下几类。

- (1) 按幕墙面板所使用的材料可分为金属幕墙、石材幕墙和玻璃幕墙。
- (2) 按幕墙施工工艺可分为单元式幕墙、半单元式幕墙和构件式幕墙。
- (3) 按幕墙的结构形式可分为有框幕墙(包括明框幕墙、隐框幕墙和半隐框幕墙)、无框幕墙(包括全玻幕墙、点支式幕墙)。

10. 什么是明框幕墙?

明框玻璃幕墙的玻璃镶嵌在铝合金框内,成为四边都裸露铝合金框的幕墙构件,幕墙构件嵌在立柱、横梁上,形成立柱、横梁都裸露,铝合金框分格明显的立面。

明框幕墙的玻璃与铝框之间留有一定的空隙,空隙以橡胶条等弹性材料填充,必要时用聚硅氧烷密封胶予以密封,以满足温度应力和主体结构位移的活动需要。

寒冷地区的明框幕墙的立柱、横梁宜采用隔热铝型材以隔断外部气温对室内的传导。

明框玻璃幕墙的横梁和立柱都明露在表面,如图 1-4 所示。

幕墙的结构框架是面板安装在横梁上,横梁安装在立柱上,立柱通过连接杆安装在主体的预埋件上。活动接头的上端与延伸下来的立柱焊牢,下端一定要使延伸上来套在套管内的立柱能自由上下滑动,万不可焊死。幕墙组成如图 1-5 所示。

明框幕墙由于安全稳定、性能可靠,相对隐框幕墙来说更容易满足设计要求。

明框幕墙构件的玻璃与铝框之间必须留有一定的间隙,以便在玻璃受到气温影响膨胀时,不致挤压玻璃而破碎。空隙填充弹性材料(如橡胶条等),必要时使用