01BY101建筑幕墙胶缝构造图集

主编 张 芹
主编单位 广东省白云粘胶工程技术研究中心

上海科学技术文献出版社

01BY101建筑幕墙胶缝构造图集

ISBN 7-5439-1806-4

9 787543 918061 >

ISBN 7-5439-1806-4/T·666

定价：20.00元

TU767-64
Z33

01 BY 101　建筑幕墙胶缝构造图集

主编　张　芹

主编单位　广东省白云粘胶工程技术研究中心

A0959097

上海科学技术文献出版社
·上　海·

图书在版编目(CIP)数据

01 BY 101 建筑幕墙胶缝构造图集/张芹编.—上海:上海科学技术文献出版社,2001.8
ISBN 7-5439-1806-4

Ⅰ.0... Ⅱ.张... Ⅲ.幕墙-胶合-建筑构造-图集 Ⅳ.TU227-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 058765 号

责任编辑：池文俊
封面设计：徐　利

01 BY 101 建筑幕墙胶缝构造图集
主编　张　芹

主编单位　广东省白云粘度工程技术研究中心

*

上海科学技术文献出版社出版发行
(上海市武康路 2 号　邮政编码 200031)
全国新华书店经销
常熟人民印刷厂印刷

*

开本 787×1092　1/横 16　印张 11.5　字数 288 000
2001 年 8 月第 1 版　2001 年 8 月第 1 次印刷
印数:1-13 000
ISBN 7-5439-1806-4/T·666
定价:20.00 元

前　言

20世纪(尤其后20年)是我国建筑幕墙大发展时期,也是中国硅酮密封胶工业腾飞的时期。我国建筑幕墙已发展成一个包括明框玻璃幕墙、隐框幕墙、花岗石幕墙、铝板幕墙、单元式幕墙、玻璃肋胶接全玻璃幕墙、点连接全玻璃幕墙(含玻璃肋式、钢梁式、桁架式、拉杆式、拉索式等)的幕墙大家族。我国硅酮密封胶工业在军工技术转让的基础上进行再开发,已拥有硅酮结构密封胶、幕墙玻璃接缝用密封胶、铝板幕墙接缝密封胶、石材用建筑密封胶、中空玻璃弹性密封胶、阻燃密封胶等各种用途密封胶,它能与建筑幕墙发展相适应。国产密封胶的品种、质量完全能满足各类建筑幕墙各部位使用的需要。

据不完全统计,到2000年底,我国已使用各类建筑幕墙3 500万 m^2(其中隐框幕墙约2 500万 m^2),积累了丰富的幕墙技术经验,其中也包括密封胶的使用经验,这些幕墙有的已使用了20年左右,有的经历了强台风和其他不利自然条件的考验(在这个过程中也暴露了一些问题),在建造这些幕墙的同时进行了几千次物理性能检测、抗震性能检测和风洞试验,积累了大量的试验资料,在对使用经验和试验结果进行总结的基础上,按照实践是检验真理的惟一标准的原则,可以总结出胶缝标准化做法。

根据JGJ 102《玻璃幕墙工程技术规范》和JG 3035《建筑幕墙》的规定,对各种类型、使用不同面板幕墙的不同部位胶缝标准化做法制成图集,是设计、制造、使用幕墙各行各业有关人士的迫切要求,为此特约国内幕墙专家及密封胶应用专家对境内外公司在国内建造的幕墙进行调查、研究、总结,在此基础上按照胶缝标准化要求编制成此幕墙胶缝构造图集,供幕墙企业及设计院(所)、监理部门的工程技术人员参考。

由于编者的水平及资料的局限、不足及错误之处请指正。

王跃林

2001年8月

目　录

前言

总说明 …… 1

1. 硅酮密封胶 …… 1

2. 胶缝标准设计 …… 22

一、明框幕墙胶缝 …… 31

1. 整体镶嵌槽式明框幕墙胶缝 …… 33

2. 干湿式装配胶缝 …… 34

3. 组合镶嵌槽式明框幕墙胶缝 …… 35

4. 混合镶嵌槽式明框幕墙胶缝(一)(外装横框嵌条) …… 36

5. 混合镶嵌槽式明框幕墙胶缝(二)(内装横框嵌条) …… 37

6. 隐窗型明框幕墙胶缝 …… 38

7. 断热型明框幕墙胶缝 …… 39

8. 明框幕墙 90°阴角胶缝 …… 40

9. 明框幕墙 90°阳角胶缝 …… 41

10. 明框幕墙任意转角凹角胶缝大样 …… 42

11. 明框幕墙任意转角凸角胶缝 …… 43

12. 明框幕墙横框转角胶缝 …… 44

13. 明框幕墙端部收口胶缝 …… 45

14. 明框幕墙顶部收口胶缝 …… 46

15. 明框幕墙(明框开启扇)胶缝 …… 47

16. 明框幕墙(隐框开启扇)胶缝 …… 48

二、隐框幕墙胶缝 …… 49

1. 整体式隐框幕墙胶缝 …… 51

2. 内嵌式隐框幕墙胶缝 …… 52

3. 外扣式隐框幕墙胶缝 …… 53

4. 外挂内装固定式隐框幕墙胶缝 …… 57

5. 外挂外装固定式隐框幕墙胶缝(一) …… 58

6. 外挂外装固定式隐框幕墙胶缝(二) …… 60

7. 外顿外装固定式隐框幕墙胶缝 …… 62

8. 外插式隐框幕墙胶缝(一) …… 64

9. 外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(二) …… 67

10. 外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(三) …… 75

11. 组合横梁式隐框幕墙胶缝 …… 87

12. 隐框幕墙转角胶缝 …… 91

13. 横隐竖不隐式隐框幕墙胶缝 …… 95

14. 竖隐横不隐式隐框幕墙胶缝(一) …… 96

15. 竖隐横不隐式隐框幕墙胶缝(二) …… 97

16. 复合铝板幕墙胶缝 …… 98

17. 铝蜂窝板幕墙胶缝 …… 100

18. 外插式半单元(小单元)式花岗石幕墙胶缝 …… 104

19. 花岗石板幕墙胶缝 …… 105

三、全玻璃幕墙胶缝 …… 107
1. 大片玻璃胶缝 …… 109
2. 玻璃肋胶接全玻璃幕墙胶缝 …… 110
3. 点连接玻璃幕墙胶缝 …… 111
四、单元式幕墙胶缝 …… 113
1. AU 式单元式幕墙胶缝(一) …… 115
2. AU 式单元式幕墙胶缝(二) …… 121
3. AM 式单元式幕墙胶缝(一) …… 123
4. AM 式单元式幕墙胶缝(二) …… 127
5. JP 式单元式幕墙胶缝(一) …… 129
6. JP 式单元式幕墙胶缝(二) …… 132
7. KO 式单元式幕墙胶缝 …… 136
8. HK 式单元式幕墙胶缝 …… 140
9. SI 式单元式幕墙胶缝(一) …… 141
10. SI 式单元式幕墙胶缝(二) …… 147
11. LN 式单元式幕墙胶缝 …… 150
12. HP 式单元式幕墙胶缝 …… 154
13. FJ 式单元式幕墙胶缝 …… 155
14. SH 式单元式幕墙胶缝 …… 156
15. GD 式单元式幕墙胶缝 …… 160
16. 断热型材单元式幕墙胶缝 …… 167
五、幕墙防火节点胶缝 …… 173

总　说　明

1. 硅酮密封胶

铝合金玻璃幕墙用的密封胶有结构密封胶、建筑密封胶(耐候胶)、中空玻璃二道密封胶、防火密封胶等。幕墙结构玻璃装配使用的是硅酮结构密封胶,它的主要成分是具有非常稳定的化学性能的物质——二氧化硅,由于紫外线不能破坏硅氧键,所以硅酮结构密封胶具有良好的抗紫外线性能。硅酮结构密封胶能把玻璃固定在铝框上,将玻璃镶片承受的荷载和间接作用,通过胶缝传递到铝框上。结构密封胶是固定玻璃并使其与铝框有可靠连接的胶黏剂,同时也把玻璃幕墙密封起来。因此,结构密封胶要对建筑物环境中的每一个因素,包括热应力、风荷载、气候变化、地震作用等均有相应的抵抗能力。

我国硅酮结构密封胶在 20 世纪 60 年代初就开始研究和开发,当时为用于人造卫星太阳能电池板胶接的需要,由化工部晨光研究院负责进行研制。1970 年我国东方红人造卫星上天,同时也标志我国硅酮结构密封胶生产技术已经成熟,但主要用于航空航天工业。1988 年我国开始发展铝合金隐框玻璃幕墙,在很长一段时间内均采用进口硅酮结构密封胶。在市场经济的形势下,晨光研究院的科研人员在军工硅酮结构密封胶技术基础上,进行商业性的再开发,相继在白云粘胶厂等三个厂生产出合格的产品,1994 年开始批量生产,1997 年白云、之江、中原三个厂四个牌号(后又有凌志厂共四个厂七个牌号)经国家认定。从历次国家抽验结果看,我国硅酮结构密封胶技术已达到国际先进水平。

2001 年国家有关部门对硅酮结构密封胶认定了 16 个品种(有效期至 2001 年 12 月 31 日止):广州白云 SS 621、SS 622;浙江之江 JS 6000、JS 8000;郑州中原 MF 881、MF 899;浙江凌志 990;西令 XL 2218;美国 GE 4400、4800J;美国 DC 993、995;美国创高 PG 2;法国罗纳 VEC 70;德国威凯 SG 18、SG 500。国内外结构胶检测参数见表 1～表 2。

表 1　国外几种硅酮结构密封胶实测数据表

试验项目		B4	B3	B8	B2	B9	B6	B7
下垂度	垂直放置,mm	0	0	1	3	0	0	0
	水平放置	不变形	不变形	不变形	不变形	不变形	不变形	不变形
挤出性,s		2.3	1.3	1.3	1.3	2.0	1.9	6.08
适用期,min		/	34	34	34	/	/	25
表干时间,min		48	48	42	42	24	12	54
硬度,HsA		40	40	42	42	41.7	39.7	36.4
热老化	加热失重,%	2.6	2.9	2.4	2.4	5.4	3.5	3.4
	龟　裂	无	无	无	无	无	无	无
	粉　化	无	无	无	无	无	无	无

续 表

试验项目			B4	B3	B8	B2	B9	B6	B7
拉伸黏接强度	标准条件	拉伸强度,MPa	0.875	1.001	0.918	0.66	0.87	0.64	1.03
		破坏面积,%	0	1	0	0	1.0	0.52	0
	90℃	拉伸强度,MPa	0.590	0.68	0.592	0.49	0.72	0	0.74
		破坏面积,%	0	0	0	0.6	0	0.94	0
	-30℃	拉伸强度,MPa	1.351	1.336	1.205	0.84	1.28	0	1.42
		破坏面积,%	0	0	0	0	0	0.50	0
	浸水后	拉伸强度,MPa	0.957	0.866	0.874	0.67	0.85	3.6	0.86
		破坏面积,%	0	1	1	0	0.8	0.53	0
	水-紫外线照射	拉伸强度,MPa	0.995	0.746	0.611	0.51	0.74	1.0	0.92
		破坏面积,%	0	0	5.0	1.0	2.0		0

续 表

试验项目			白云 SS 621	白云 SS 622	A8	A5	A4	A7
拉伸黏接强度	标准条件	拉伸强度,MPa	0.98	1.30	0.492	0.99	0.620	0.993
		破坏面积,%	0	0	0	0	2.0	0
	90℃	拉伸强度,MPa	0.88	1.10	0.487	0.81	0.488	0.649
		破坏面积,%	0	0	0	0	1.0	0
	-30℃	拉伸强度,MPa	1.40	1.45	0.588	1.32	0.868	1.538
		破坏面积,%	0	0	0	0	4.0	0
	浸水后	拉伸强度,MPa	0.90	1.20	0.464	1.01	0.667	0.898
		破坏面积,%	0	0	0	1	5.0	0
	水-紫外线照射	拉伸强度,MPa	0.90	1.10	0.462	0.85	0.580	0.902
		破坏面积,%	0	0	0	5.0	5.0	1.0

表 2　国内几种硅酮结构密封胶实测数据表

试验项目		白云 SS 621	白云 SS 622	A8	A5	A4	A7
下垂度	垂直放置,mm	0	1	0	0	0	0
	水平放置	不变形	不变形	不变形	不变形	不变形	不变形
挤出性,s		3.5	4.2	1.4	2.6	2.1	3.1
适用期,min		/	25	/	23	/	5.7
表干时间,min		70	55	42	36	36	48
硬　度,HsA		42	38	41	39.2	50	40
热老化	加热失重,%	3.5	3.7	5.7	2.8	2.9	3.0
	龟　裂	无	无	无	无	无	无
	粉　化	无	无	无	无	无	无

GB/T 13477—92《建筑密封材料试验方法》规定了建筑密封材料的密度、挤出性、表干时间、渗出性、下垂度、低温柔性、拉伸黏接性、定伸黏接性、恢复率、剥离黏接性、拉伸-压缩循环性等物理性能测试方法。GB/T 529—99《硫化橡胶或热塑性橡胶撕裂强度的测定(裤形、直角形、新月形)》规定了密封胶撕裂强度测定方法,其中直角形相当于 ASTM D 624 中的 C 型、新月形相当于 B 型。GB/T 530—99《橡胶袖珍硬度计压入硬度试验方法》、GB/T 531《硫化橡胶邵尔 A 硬度试验方法》规定了硬度试验方法。美国材料试验协会(ASTM)D 412—83《Standard Test For rubber Pronesties In tension》是一般橡胶(包括天然橡胶、合成橡胶)的性能检测方法,按这个方法检测的结果,只反映硅酮结构密封胶作为橡胶类产品的共有性能,不能反映硅酮结构密封胶特有性能。ASTM C 1135《Standard Test Method for Determing Tensile Adhesion Prohesties of Structural Sealants》

规定了硅酮结构密封胶的检测方法，按这个方法检测的结果，反映了硅酮结构密封胶的特有性能。

(1) 建筑密封胶(耐候胶)

建筑密封胶主要有硅酮密封胶、丙烯酸酯密封胶、聚胺酯密封胶和聚硫密封胶。聚硫密封胶与硅酮结构密封胶相容性能差，不宜配合使用。

① GB 14683—93 对硅酮建筑密封膏的技术要求见表 3。

表 3　GB 14683—93 硅酮建筑密封膏的技术要求

试验项目	技术指标			
	建筑接缝用(F类)		镶嵌玻璃用(G类)	
	优等品	合格品	优等品	合格品
外观质量	经目测，产品应为细腻、均匀膏状物或黏稠液体，不应有气泡、结皮和凝胶，产品的颜色与样品相比，不得有明显的差异			
密度，g/cm³	规定值 ± 0.1			
挤出性，ml/min①	≥80			
适用期，h②	≥3			
表干时间，h	≤6			
流动性 下垂度(N型)，mm	≤3			
流动性 流平性(L型)	自流平			
低温柔性，℃	-40			
定伸黏接性，%③	定伸 200	定伸 160	定伸 160	定伸 125
	黏接和内聚破坏面积≤5			
热-水循环后定伸黏接性，%④	定伸 200	定伸 160		
	黏接和内聚破坏面积≤5			
浸水光照后定伸黏接性，%⑤			定伸 160	定伸 125
			黏接和内聚破坏面积≤5	
恢复率，%	定伸≥200	定伸≥160	定伸≥160	定伸≥125
	≥90		≥90	
拉伸压缩循环性能，%⑥	9030	8020	9030	8020
	黏接和内聚破坏面积≤25			

续　表

注：1. ① 仅适用单组分产品；2. ② 仅适用于双组分产品；3. ③～⑥试验中，F类产品选用水泥砂浆和铝合金基材；G类产品选用玻璃基材。在⑥试验中，G类产品也可选用铝合金基材。

② 建材行业标准《幕墙玻璃接缝密封胶》对耐候胶的技术要求：

(A) 外观

(a) 密封胶应为细腻、均质膏状物，不应有气泡、结皮或凝胶。

(b) 密封胶的颜色与供需双方商定的样品相比，不得有明显差异。多组分密封胶各组分的颜色应有明显差异。

(B) 密封胶的适用期指标由供需双方商定。

(C) 物理力学性能，密封胶的物理力学性能应符合表 4 的规定。

表 4　幕墙玻璃接缝密封膏的物理力学性能

试验项目		技术指标			
		25LM	25HM	20LM	20HM
下垂度，mm	垂直	≤3			
	水平	无变形			
挤出性，	ml/min	≥80			
表干时间，	h	≤3			
弹性恢复率，	%	≥80			
拉伸模量，MPa	标准条件	≤0.4 和 ≤0.6	>0.4 或 >0.6	≤0.4 和 ≤0.6	>0.4 或 >0.6
	-20℃				
定伸黏结性		无破坏			
热压、冷拉后的黏结性		无破坏			
浸水光照后的定伸黏结性		无破坏			
质量损失率，	%	≤10			

试验基材选用无镀膜浮法玻璃。根据需要也可选用其他基材，但黏结试件一侧必须选用浮法玻璃。当基材需要涂敷底涂料时，应按生产厂要求进行。

注：实际工程用基材的黏结性应按 GB 16776　1997 附录 A 进行相容性试验。

白云粘胶厂的耐候胶性能如下：

(1) 白云 SS 601 中性硅酮密封胶，用于明框或半隐框幕墙填缝密封，其性能参数如表 5 所列。

表 5　白云 SS 601 中性硅酮密封胶的性能参数

性　能	指　标	实测值	试验方法
颜色	黑、灰、白等多种颜色	—	供需双方认可
下垂度，mm	≤3	2	GB/T 13477
挤出性，s	≤5	2.5	GB/T 13477

续　表

性　能	指　标	实测值	试验方法
表干时间，min	≤180	85	GB/T 13477
固化时间，d	7～14	12	GB/T 13477
硬度，HsA	20～60	50	GB/T 531
剥离强度，N/mm	≥1.0	2.3	GB/T 13477
剪切强度，N/mm^2		1.5	GB/T 13936
撕裂强度，N/mm		5.0	GB/T 529
拉伸黏结强度，MPa		0.8	GB/T 13477
最大强度伸长率，%		81	GB/T 13477
位移能力，%	±12.5	±12.5	ASTMC 719
加热失重，%	≤5	3	GB 16776
老化试验，%	合　格	合　格	ASTMC 793

(2) 白云 SS 606 铝板幕墙密封胶性能参数如表 6 所列。

表 6　白云 SS 606 铝板幕墙用密封胶性能参数

性　能	指　标	实测值	试验方法
颜色	黑、灰、白等多种颜色	—	供需双方认可
下垂度，mm	≤1	0	GB/T 13477
挤出性，s	≤5	3.5	GB/T 13477
表干时间，min	≤180	120	GB/T 13477
固化时间，d	7～14	10	GB/T 13477
硬度，HsA	20～50	45	GB/T 531
剥离强度，N/mm	≥1.0	2.1	GB/T 13477

续 表

性　能	指　标	实测值	试验方法
剪切强度，N/mm²		1.4	GB/T 13936
撕裂强度，N/mm		4.5	GB/T 529
拉伸黏结强度，MPa		0.8	GB/T 13477
最大强度伸长率，%		110	GB/T 13477
位移能力，%	±25	±25	ASTMC 719
加热失重，%	≤5	2.8	GB 16776
老化试验	合　格	合　格	ASTMC 793

(3) 白云 SS 611/SS 811 硅酮耐候密封胶用于玻璃(金属板、搪瓷)幕墙耐候密封胶其性能参数如表 7 所列。

表 7　白云 SS 611/SS 811 玻璃(金属板、搪瓷)幕墙用耐候密封胶性能参数

性　能	指　标	实测值		试验方法
		SS 611	SS 811	
颜色	黑、灰、白等多种颜色	—	—	供需双方认可
下垂度，mm	≤1	0	0	GB/T 13477
挤出性，s	≤5	3.5	2.0	GB/T 13477
表干时间，min	≤180	90	40	GB/T 13477
固化时间，d	7～14	11	8	GB/T 13477
硬度，HsA	20～50	40	28	GB/T 531
剥离强度，N/mm	≥1.5	2.0	2.2	GB/T 13477
剪切强度，N/mm²		1.6	1.6	GB/T 13936
撕裂强度，N/mm		6.5	4.0	GB/T 529

续 表

性　能	指　标	实测值		试验方法
		SS 611	SS 811	
拉伸黏结强度，MPa		0.9	1.0	GB/T 13477
最大强度伸长率，%		200	250	GB/T 13477
位移能力，%	±25	±25	±25	ASTMC 719
加热失重，%	≤5	2.3	2.1	GB 16776
老化试验，%	合　格	合　格	合　格	ASTMC 793

(4) 白云 SS 801 高级中性硅酮密封胶主要用于玻璃(有机玻璃、聚碳酸酯板等)采光顶接缝密封，其性能参数如表 8 所列。

表 8　白云 SS 801 中性密封胶性能参数

性　能	指　标	实测值	试验方法
颜色	半透明或其他多种颜色	—	供需双方认可
下垂度，mm	0	0	GB/T 13477
挤出性，s	≤5	2.5	GB/T 13477
表干时间，min	≤60	18	GB/T 13477
固化时间，d	7～14	8	GB/T 13477
硬度，HsA	20～50	33	GB/T 531
剥离强度，N/mm	≥1.0	3.5	GB/T 13477
剪切强度，N/mm²	—	1.2	GB/T 13936
撕裂强度，N/mm	—	4.5	GB/T 529
拉伸黏结强度，MPa	—	0.7	GB/T 13477
最大强度伸长率，%	—	150	GB/T 13477
位移能力，%	±25	±25	ASTMC 719
加热失重，%	≤5	3.0	GB 16776
人工加速气候老化试验	合　格	合　格	ASTMC 793

③ 建材行业标准《石材用建筑密封胶》对石材用密封胶的技术要求：

(A) 外观

(a) 产品应为细腻、均匀膏状物，不应有气泡、结皮或凝胶。

(b) 产品的颜色与供需方商定的样品相比，不得有明显差异。多组分产品各组分的颜色应有明显差异。

(B) 密封胶适用期指标　由供需双方商定(仅适用于多组分)。

(C) 物理力学性能　密封胶的物理力学性能应符合表9的规定。

表9　石材用建筑密封胶的物理力学性能

试验项目		技术指标				
		25LM	25HM	20LM	20HM	12.5E
下垂度，mm	垂直	≤3				
	水平	无变形				
表干时间，h		≤3				
挤出性，ml/min		≥80				
弹性恢复率，%		≥80		≥60		≥40
拉伸模量，MPa	23℃ -20℃	≤0.4和≤0.6	>0.4或>0.6	≤0.4和≤0.6	>0.4或>0.6	—
定伸黏结性		无破坏				
浸水后定伸黏结性		无破坏				
热压、冷拉后的黏结性		无破坏				
污染性，mm	污染深度	≤1.0				
	污染宽度					
紫外线处理		表面无粉化、龟裂、-25℃无裂纹				

石材幕墙所用的石材是天然材料，不同产地、不同品种的石材在成分、结晶形态、微观结构上存在很大差别。石材又是多孔材料(如大理石、石灰石、砂石、花岗石)易受污染、且污染后难于清洗，实践证明，无论是硅酮类、聚胺酯或聚硫类密封胶对石材均有不同程度的污染，使石材外观极为难看。使石材污染的原因是密封胶中的小分子如增塑剂等非反应性物质从胶中渗出，渗入到石材的孔隙中，使石材表面出现油污和吸灰。密封胶中的增塑剂是用于改善密封胶的弹性及硬度，为得到高质量的密封胶，绝大多数密封胶制造商生产的密封胶中均含有小分子类的增塑剂。近年来随着新技术及新材料的应用，一些密封胶生产商可以生产出增塑剂类添加剂并且性能优异的密封胶。白云粘胶厂 SS 602/SS 602B 石材硅酮密封胶，其产品性能参数如表10所列。

表10　SS 602/SS 602B 石材用硅酮密封胶性能参数

性能	指标		实测值		试验方法
	SS 602	SS 602B	SS 602	SS 602B	
颜色	黑、灰、白等多种颜色		—	--	供需双方认可
下垂度，mm	≤2	≤1	0	0	GB/T 13477
挤出性，s	≤5	≤5	4.5	3.5	GB/T 13477
表干时间，min	≤180	≤180	70	90	GB/T 13477
固化时间，d	7～14	7～14	8	10	GB/T 13477
硬度，HsA	20～60	20～60	50	43	GB/T 531
剥离强度，N/mm	≥1.5	≥1.5	3.2	3.5	GB/T 13477
剪切强度，N/mm^2			1.4	1.8	GB/T 13936
撕裂强度，N/mm			5.0	7.5	GB/T 529
拉伸黏结强度，MPa			0.8	1.0	GB/T 13477

续 表

性 能	指 标		实测值		试验方法
	SS 602	SS 602B	SS 602	SS 602B	
最大强度伸长度,%			80	130	GB/T 13477
位移能力,%	±12.5	±25	±12.5	±25	ASTMC 719
加热失重,%	≤5	≤5	2.0	3.0	GB 16776
污染性	合 格	合 格	合 格	合 格	ASTMC 1248
老化试验	合 格	合 格	合 格	合 格	ASTMC 793

其中 SS 602B 的位移能力大于或等于±25%，达到幕墙用耐候密封胶要求，并不会对石材造成污染。新开发 SS 602C 用于石材沟槽与钢挂钩间填缝，它具有弹性使石板能适应主体结构层间位移，而若用干硬性环氧树脂填缝，使石材从上到下连成一整片，一旦主体结构层间位移会拉裂石材。

酸性密封胶不宜用于石材的接缝密封，因为许多石材含有碳酸盐及金属氧化物，与胶中的酸起反应，易出现黏结性问题，特别是浸水后黏结性差的问题。使石材受污染还有其他多种因素造成，如底胶的使用、石材加工过程中使用的助剂、密封胶表面吸附的油污及灰尘、密封胶老化降解等因素。用户在选用石材及密封胶时应作污染性试验，判断是否会产生石材被污染现象。目前采用的测试污染的方法为美国 ASTMC 1248—98《用于多孔性基材的接缝密封胶污染性标准试验方法》。石材用密封胶行业标准也是用该方法测试污染性。需指出的是 ASTMC 1248—98 是评价由于密封胶内部物质渗出在多孔性基材上产生早期污染的可能性，是一种加速试验方法，无法预测试验的密封胶长期使用时使多孔性基材污染、变色的可能性，也无法判断实际应用中因密封胶老化降解、吸收外界的油污及灰尘而造成污染的可能性。不过选用通过 ASTMC 1248 测试的密封胶可以大大降低出现污染的可能性。选择硅酮类石材用密封胶比较安全，因为硅酮类密封胶是目前已有的密封胶中耐老化性最好的，不会因长期使用降解而污染石材。另外，一些石材助剂的使用也可以降低石材受污染的可能性。

(2) 硅酮结构密封胶

铝合金隐框玻璃幕墙是采用硅酮结构胶胶缝固定玻璃的幕墙，在幕墙上用这种方法安装玻璃属新技术，其实在航天工业中早就应用这种胶接技术，由于飞行器工作条件的苛刻、可靠性要求高，他们对胶接技术研究的深度要比建筑业深入得多，国内外有很多学者从各个领域(如界面化学等)，用各种先进仪器(透射式扫描电子显微镜、紫外线电子能谱等)、各种方法(红外线谱、色谱分析、热分析、动态介电分析等)对胶接原理进行了研究，对胶接接头的黏接进行了实测观察，有非常丰富的成果。现在在隐框幕墙研究方面也取得了一些成果，学习这些成果就能使我们对铝合金胶接技术的认识提高一步，推动铝合金胶接技术发展上一个新台阶。

① 硅酮结构密封胶的性能

硅酮结构密封胶的主要成分是二氧化硅，硅酮结构密封胶的主要原料——硅油。

硅酮结构密封胶的分子式：

$$HO-\underset{\displaystyle(CH_3)_2}{\overset{|}{Si}}-O-\left(\underset{\displaystyle(CH_3)_2}{\overset{|}{Si}}-O\right)_x-\underset{\displaystyle(CH_3)_2}{\overset{|}{Si}}-OH$$

由于紫外线不能破坏硅氧键，所以硅酮结构密封胶有良好的抗紫外线性能。当用硅酮结构密封胶来固定铝合金玻璃幕墙的玻

璃时，要求硅酮结构密封胶缝对建筑物环境中的每一个因素包括热效应、风荷载、气候变化及地震作用均有抵抗预计环境力量的能力，这就要求密封胶具有必要的性能。

GB 16776—1997《建筑用硅酮结构密封胶》对硅酮结构密封胶的技术要求作了规定。

(A) 外观

(a) 产品应为细腻、均匀膏状物、无结块、凝胶、结皮及不易迅速分散的析出物。

(b) 双组分结构胶的两组分颜色应有明显区别。

(B) 物理力学性能　产品物理力学性能应符合表 11 的要求。

表 11　建筑用硅酮结构密封胶的物理性能

项目			技术指标
下垂度	垂直放置，mm		≤3
	水平放置		不变形
挤出性，s			≤10
适用期，min			≥20
表干时间，h			≤3
邵氏硬度			30～60
拉伸黏接性	拉伸黏结强度，MPa	标准条件	≥0.45
		90℃	≥0.45
		-30℃	≥0.45
		浸水后	≥0.45
		水-紫外线光照后	≥0.45
黏接破坏面积，%			≤5

续　表

项目	技术指标
热失重，90%	≤10
龟裂	无
粉化	无

*1) 仅适用于双组分产品

美国材料试验协会(ASTM)C 1184—91《Standard Specication for Structural Silicone Sealants》是在 1991 年颁发的第一个有关硅酮结构密封胶标准，1995 年作局部修订(我国 GB 16776—1997 和 ASTM C 1184—95 基本相同)，1998 年又作了局部修订。但从 1991 年直到现在国外密封胶生产商一直只字不提这个标准，按理任何国家出口产品首先应符合本国标准(即美国 DC 公司、GE 公司的产品应符合 ASTMC 1184 的规定)，1997 年 GB 16776 颁发后，按 GB 16776 标准对进口硅酮密封胶进行检验，结果是从 20 世纪 80 年代后期到 1997 年占有国内硅酮结构密封胶最大市场份额的两种硅酮结构密封胶(DC 795、GE 4000)因未能达到 GB 16776 标准的要求，而被禁止进口(销售、使用)。硅酮结构密封胶的性能有下列几项：

(a) 抗拉强度　按 GB 13477 规定，试件用 75 mm × 50 mm × 6 mm 铝板或玻璃板，在其间注 50 mm × 50 mm × 12 mm 的结构胶，在标准条件下放置 28 d。

试验的标准条件为(23 ± 2)℃、相对湿度 45%～55%。其结果反映了硅酮结构密封胶在常温条件下的抗拉强度。GB 16776 考虑了硅酮结构密封胶实际使用环境条件下的要求，规定还需进行下列四种情况下抗拉强度检测：

A. 90℃；B. －30℃；C. 浸水(7 d)后；D. 水-紫外线光照(300 h)后。并要求上述4项检测结果不得小于0.45 N/mm^2，且黏接破坏面积不大于5%。

(b) 撕裂强度　表征密胶层本身撕开的能力，用GB/T 529中新月形试样进行检测，要求不小于4.725 N/mm。

(c) 弹性模量　指密封胶应力与应变的关系，表明密封胶具有吸收拉力的能力。按密封胶的弹性模量特征，密封胶分为高模量密封胶、中模量密封胶与低模量密封胶，其特征见图1。图中Ⅰ的曲线表示高模量密封胶的应力-应变关系；Ⅱ曲线表示中模量密封胶应力-应变关系。Ⅲ曲线表示低模量密封胶应力-应变关系。可以看出，对应于一给定的应力，高模量密封胶发生的应变比中模量密封胶要小，而大的应变在边界使用条件下会产生黏接失效。硅酮结构密封胶的优点是在低温条件下并不变硬和弹性模量增大；而其他一些密封胶在室温下是低模量的，但当暴露在低温下或胶缝最大时，就变成高模量材料；某些密封胶经过反复拉伸、压缩会丧失黏聚性。

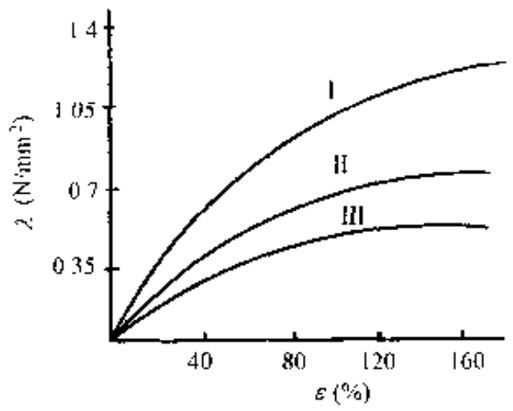


图1　密封胶的应力-应变关系

(d) 硬度　硅酮密封胶的硬度一般采用GB/T 531《硫化橡胶邵尔A硬度试验方法》(ShoreA)测试，硅酮结构密封胶的硬度值在(邵尔A)25～45之间，已证明这个值域在活动胶缝中是最适宜的。

(e) 弹性恢复性能　密封胶要有较好的弹性恢复能力，即被外力作用伸长(压缩)之后，能恢复到它原来的尺寸并保持其黏接性能。具有良好弹性恢复的密封胶，即使在反复伸缩活动之后也能保持它的弹性。如果密封胶的弹性恢复性能不好，会产生应力松弛。密封胶变形后内部出伸缩产生的应力减少时会出现应力松弛，并出现塑性变形，卸荷后不能恢复到原始尺寸，而有残余变形，一旦发生塑性变形，再度伸长(压缩)时会产生高的内应力。

② 硅酮结构密封胶胶缝胶接原理

两个表面依靠化学力、机械嵌合力或两者兼有的力结合在一起，并能抵抗分离的这一现象称为黏附(Adhesion)。能使被黏物借助黏附作用结合在一起的物质称为胶黏剂(Adhesive)。用胶黏剂将被黏物表面连接在一起的过程称为"胶接"。胶接是指两个被黏物与胶黏剂共同形成的现象，既包括界面现象，也包括胶接部位的被黏物和胶黏剂

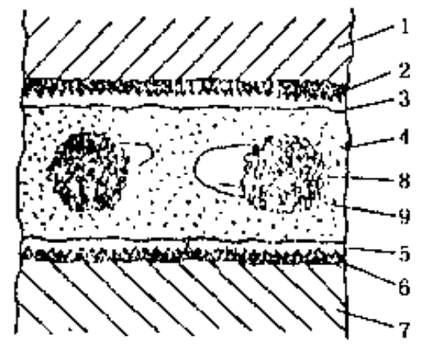


图2　胶缝结构示意图

1,7—被黏物(铝合金)本体；2,6—氧化膜的阻挡层和有孔层，其中含有底胶(10～400 nm)；3,5—底胶层(0.002 5～0.005 mm)；4—胶黏剂层，简称胶层(0.02～0.2 mm)；8—载体纤维束；9—空腔。

层的几何和力学特性。结构胶接是指能传递较大静、动荷载，并在使用环境中长期可靠工作的结构件的胶接技术。对于结构的胶接，要解决的核心问题是：连接部位有关的胶接接头的形成与性能；与结构的几何特征有关的定位与装配。

胶接接头中，胶层、界面区与基材表面共同组成了胶缝(Sealand Bead)(见图 2)。胶缝不涉及被黏物的几何形式，当涉及力学问题时，研究的对象就只能是整个接头，在胶接接头受力时，破坏可能发生在其任何一个或几个薄弱环节。一般把破坏部位划分为胶层内部的"内聚破坏"和胶黏剂与被黏物界面处的"黏附破坏"，为了更确切分析产生破坏的原因，可将内聚破坏(co)进一步划分为：胶层内聚破坏(a)；底胶内聚破坏(p)；胶层内空腔破坏(v)；胶层与底胶间的界面破坏(pa)。将黏附破坏(if)进一步划分为：金属本体材料与氧化膜间界面破坏(mo)；氧化膜内破坏(ox)；氧化膜与底胶间的界面破坏(op)。如果以 ϕ 表示胶层断裂分布各种破坏情况所占面积的百分数，则有：

$$\phi_{co} = \phi_a + \phi_p + \phi_{pa} + \phi_v \tag{1}$$

$$\phi_{if} = \phi_{mo} + \phi_{ox} + \phi_{op} \tag{2}$$

而

$$\phi_{if} + \phi_{co} + \phi_v + \phi_g = 1 \tag{3}$$

式中　下标 g ——载体纤维。

于是可把接头强度看成是各组成部分之和，即

$$\sigma_b = \sigma_{if}\phi_{if} + \sigma_{co}\phi_{co} + \sigma_g\phi_g \tag{4}$$

式中　σ_b——接头的破坏强度。

当然，破坏也可能发生在被黏物本体，这时的 σ_b 就直接等于本体材料强度。因式中 if 不易判断，可将式(4)改写成：

$$\sigma_b = \sigma_{if}(1 - \phi_{co} - \phi_v - \phi_g) + \sigma_{co}\phi_{co} + \sigma_g\phi_g \tag{5}$$

按式(1)～(5)的表述，即可通过显微镜对破坏原因进行明确的分析，由该式还可以看出胶接质量不仅取决于胶黏剂，也取决于被黏物表面、底胶等材料和工艺因素及其相互匹配。

由于近年来表面分析技术的发展，使得有可能对界面的物理化学变化进行分子水平的研究，使人们对不同材料间的黏附作用有更深入和更正确的了解。建立在近代表面分析技术上的界面化学已经成为黏附理论的主要研究方向，经过几十年的研究，对胶接原理有了明确的认识。

将两个表面结合在一起的黏附作用力有：

① 胶黏剂对被黏物表面的润湿。润湿(湿润或浸润)是指在界面分子力的作用下，液体在固体上均匀铺展的现象。胶黏剂对被黏物表面的润湿，并取代表面上可能存在的吸附物，乃是产生各种黏附力的前提。如果润湿不充分、不完全就可能造成黏附强度低，甚至缺胶，从而导致胶接强度和耐久性下降。

润湿动力学用表述牛顿液体的泊肃叶(Poiseuille)定律描述润湿的动力过程，即：

$$L_p(\mathrm{d}lp/\mathrm{d}t) = r_0^2 p/(8\eta) \tag{6}$$

式中　L_p——胶液在表面微孔中的渗入程度；

r_0——表面微孔的半径；

p——胶液所受压力；

η——胶液黏度；

t——时间。

如设 p，η，r_0 为常数，积分之：

$$L_p^2 = r_0^2 pt/(4\eta) \tag{7}$$

如 p 仅包括毛细管作用，则

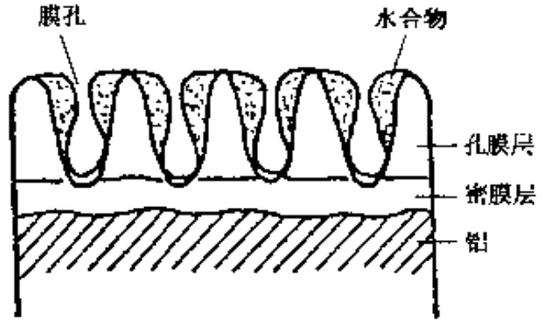
$$L_p^2 = r_0 \gamma_{la}(\cos\theta)t/(2\eta) \tag{8}$$

若外压力 P_0 与毛细作用并存：

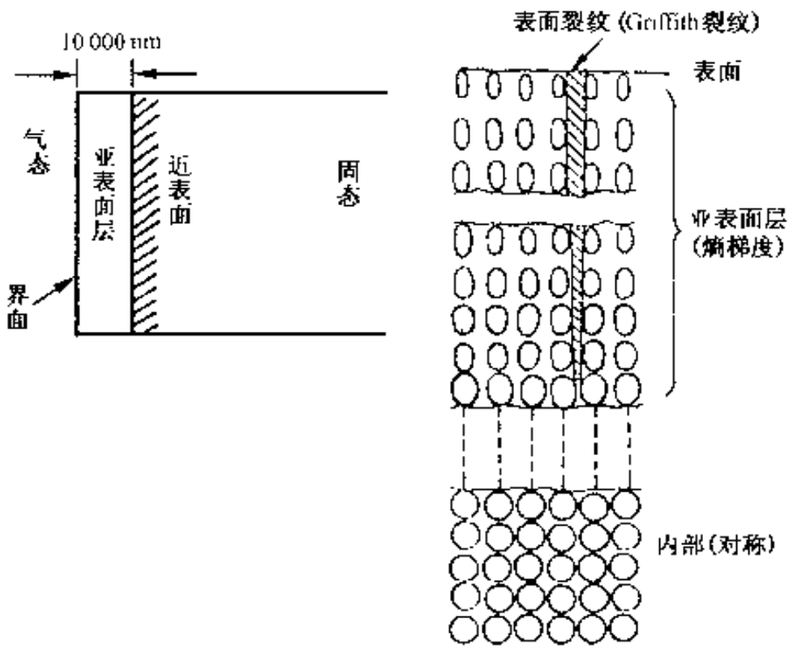
$$L_p^2 = t(p_0 r_0^2 + 2r_0^2 \gamma_{la}\cos\theta)/(4\eta) \tag{9}$$

式(9)说明：胶液渗入表面微孔的深度 L_p 的平方与 t，p/η，γ_{la}/η，$\cos\theta$ 成正比，因 η，γ_{la}，θ 都是湿度的函数，因此上式包含了 L_p 与湿度的关系，因为 r_0^2 是个很小的值，约为式中第二项的 10^{-2}～10^{-3}，因此外力压力相对于毛细作用来说其影响仍然是较小的。

② 机械嵌合作用。胶黏剂渗入到基材表面的凹坑、孔隙中，从而形成钉、钩、锚等机械嵌合力。铝合金胶接时，要用阳极氧化方法进行表面处理，阳极氧化可以产生几百(几千) nm 厚的氧化膜，其中有大量均匀分布的孔隙，胶黏剂渗入其中的情况已拍成电镜照片，胶黏剂渗入孔隙的深度几乎达到孔底。铝合金型材水合铬酸阳极氧化膜示意图见图 3a；玻璃表面结构模型见图 3b。



a. 铝合金型材水合铬酸阳极氧化膜示意图



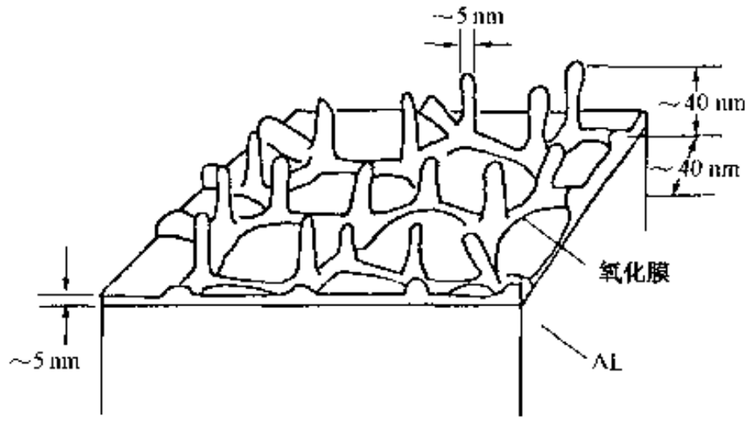
b. 玻璃表面结构模型

图 3　胶黏剂的机械嵌合示意

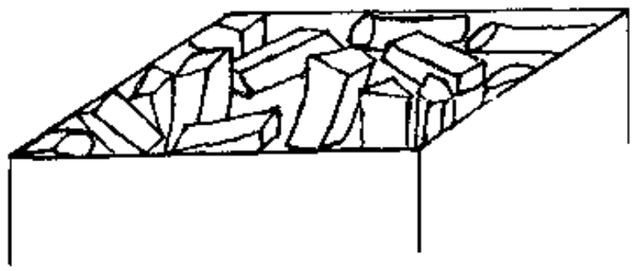
铬酸阳极氧化膜在热水中进行封孔处理后，从电镜中观察这层水合氧化膜的外貌呈玉米花状结构(见图 3a)。氧化膜孔的数目和阳极氧化电压有关，电压增加，则单位面积膜孔的数目减少，见表 12 所列；膜孔直径则与电解液的类型有关，例如在硫酸中的孔径为 15 nm、在草酸中的孔径为 25 nm、在铬酸中的孔径为24 nm，而在磷酸中的孔径为 33 nm。

由于硫酸阳极氧化膜单位面积膜孔数目多，具有较强的吸附颜料的能力，常用于表面着色；氧化膜与胶黏剂的结合强度取决于膜的孔径，磷酸阳极氧化膜的孔径最大，它与胶黏剂的黏附力最高。

用透射式扫描电镜得到的立体图像说明：铬-硫酸浸蚀法形成的氧化膜形貌见图 4a，玻璃表面扫描电子显微镜形貌见图 4b。



a. 铬-硫酸浸蚀法形成的氧化膜形貌



b. 玻璃表面的 SEM 形貌

图 4　用透射式扫描电镜得到的立体图像

表 12　电压、电解液与氧化膜孔数目的关系

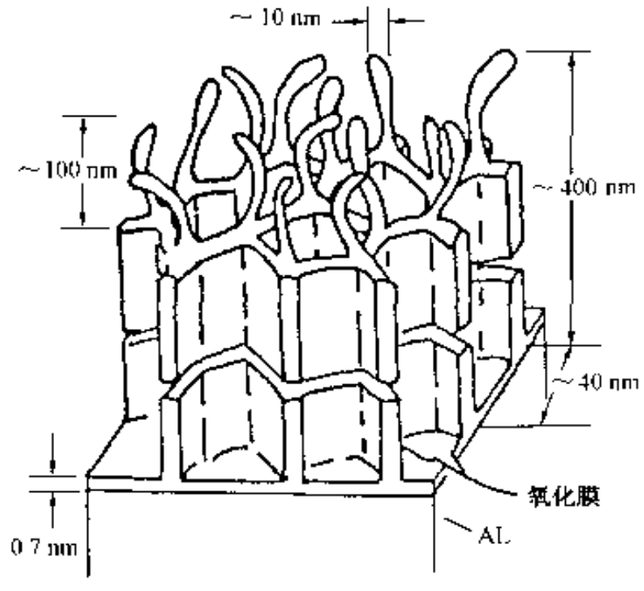
电　解　液	电压(V)	膜孔数目($\times 10^9/cm^2$)
硫酸 15%(质量) 10℃	15	77
	20	52
	30	28
草酸 2%(质量) 25℃	20	36
	40	12
	6	60

续　表

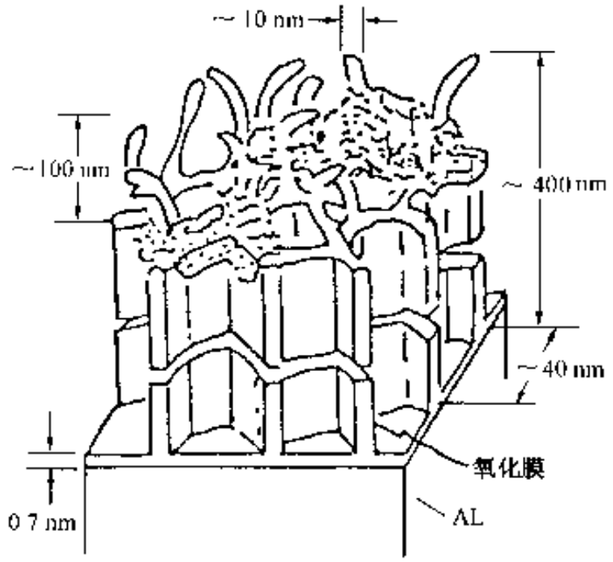
电　解　液	电压(V)	膜孔数目($\times 10^9/cm^2$)
铬酸 3%(质量) 50℃	20	22
	40	8
	60	4
磷酸 4%(质量) 25℃	20	19
	40	8
	60	4

氧化膜表面突出的“须状结构”可增强胶黏剂对基体的机械嵌合作用。“须状结构”是由各微孔间材料多余的部位在溶解过程中残留下来而形成的。

铝合金磷酸阳极氧化膜的表面形状见图 5。



a. 新鲜表面



b. 亦于接触过的表面

图 5　铝合金磷酸阳极氧化膜的表面形状

磷酸阳极氧化膜的这种结构膜层几何参数见表 13。对胶接而言是非常有利的，这不仅因为多孔结构具有很大的实际表面积，很高的表面活性，而且由于孔径大，胶黏剂或底胶中的分子易于渗入到微孔中，并且与须状物一起组成复合相，这种机械嵌合作用大大加强了其黏附力。

表 13　用扫描电镜标定的膜层几何参数　(nm)

测试方法	膜厚		须状结构		
	氧化膜	阻挡层	孔径	孔深	壁厚
扫描电镜(SEM)	40	4	48	48	8
透射电镜(TEM)	60	4	32	60	8
扫描透射电镜(STEM)	40	5	40	40	5

续表

测试方法	膜厚		须状结构		
	氧化膜	阻挡层	孔径	孔深	壁厚
俄歇谱仪(AES)	20~83			30~300	100
二次离子谱	20~30	—	—	—	—

综上所述，对于铝合金胶接而言，机械嵌合力对粘附强度，特别是它的耐久性能，确实有重要作用。

③ 主价键作用。在界面上形成主价键对提高胶接的环境抵抗力的重要作用已为偶联剂的使用经验证明。主价键具有比次键高得多的键能，铝合金胶接中，胶黏剂与金属氧化膜之间的主价键作用可以有如下几种情况：形成离子对；形成共价键或某种络合物；通过偶联剂与金属氧化膜及胶黏剂之间都形成共价键等，表 14 列出了各种物理及化学键的键能。国家标准规定，测试时只允许内聚破坏，不允许黏接破坏体现了这一点。

表 14　各种物理及化学键的键能表

键的类型	键的类别		键能(kJ/mol)
主价键(化学键)	离子键		590~1 090
	共价键		63~710
	金属键		113~347
次价键	氢键	含氟氢键	≤40
		不含氟氢键	10~25
	范德华力	偶极力	4~20
		诱导力	<2
		色散力	0.05~0.5

③ 硅酮结构密封胶的固化

单组分结构密封胶靠吸收空气中水分而固化，它要求周围环境温度不低于 23℃，相对湿度不低于 70%，否则会影响固化速率，甚至不能完全固化，影响胶缝的强度。双组分结构密封胶包装形态为基胶和固化剂，它们分别装在两种容器内，在施工前要用调胶机按一定比例混合拌匀，由基胶和固化剂接触而固化。所以在搅拌时要用蝶式检查法检查拌匀程度。双组分结构密封胶的基胶和固化剂混合比不同，其固化时间也随之变化，以 SS 622 为例说明：

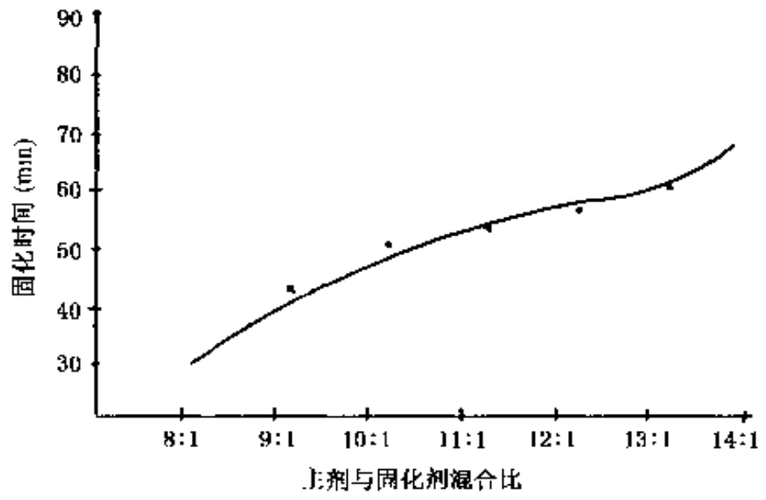
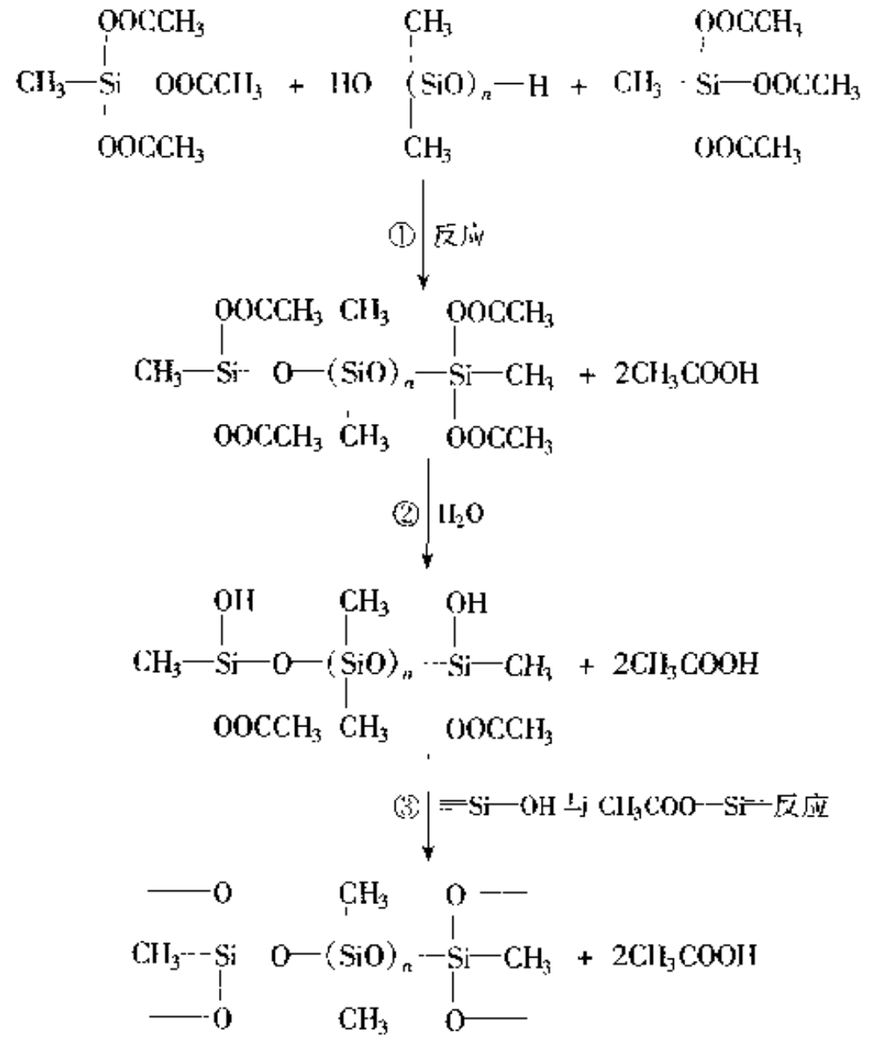


图 6　SS 622 A、B 组分配合比与固化时间的关系

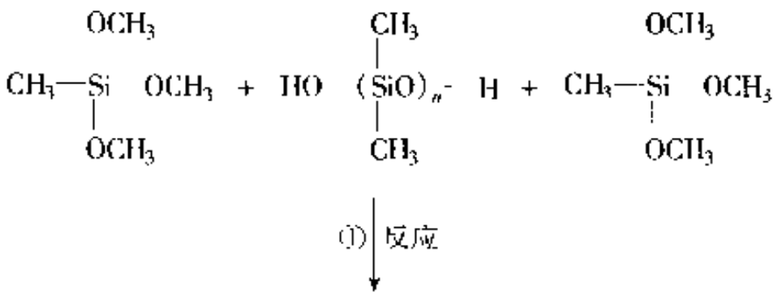
从图(6)中可以看出，当配合比为 8:1 时，固化时间为 30 min，当配合比为 10:1 时，固化时间为 45 min，当配合比为 12:1 时，固化时间为 55 min，当配合比为 14:1 时，固化时间为 65 min。

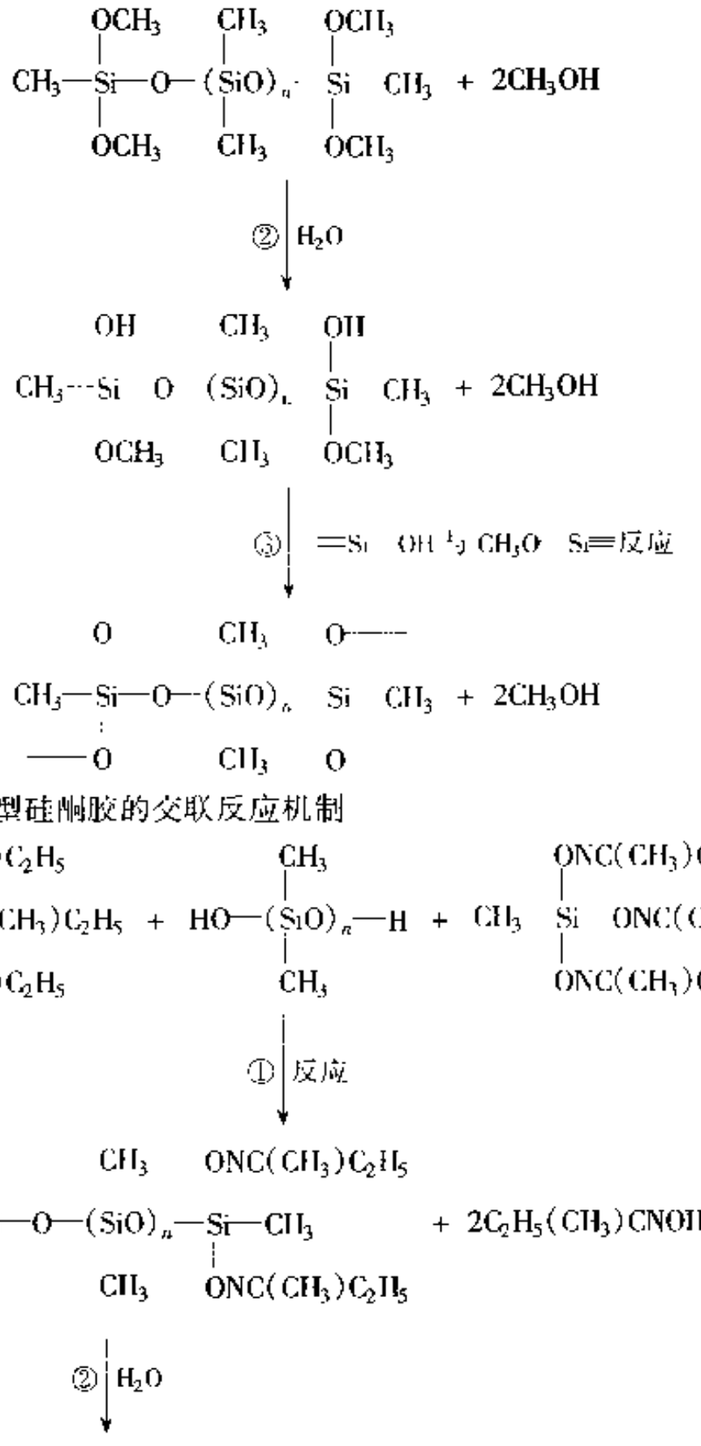
硅酮结构密封胶固化反应式如下：

(1) 脱酸型硅酮胶的交联固化反应机制

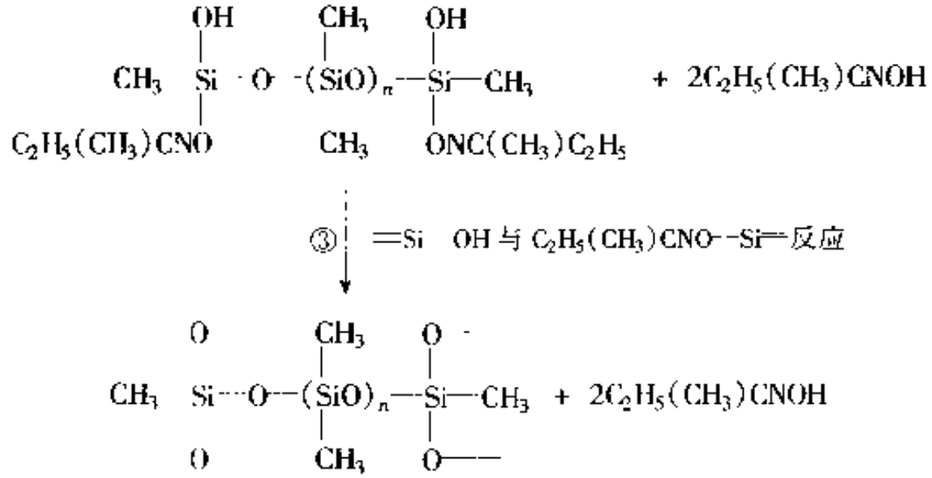


(2) 脱醇型硅酮胶的交联反应机制





(3) 脱酮肟型硅酮胶的交联反应机制

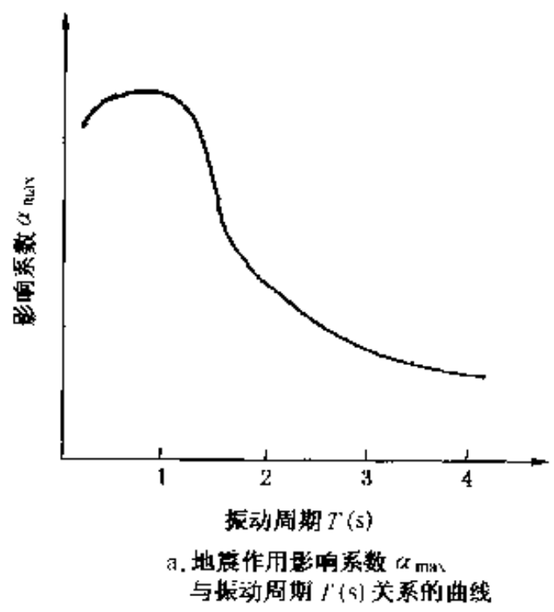


④ 硅酮结构密封胶胶缝的特点

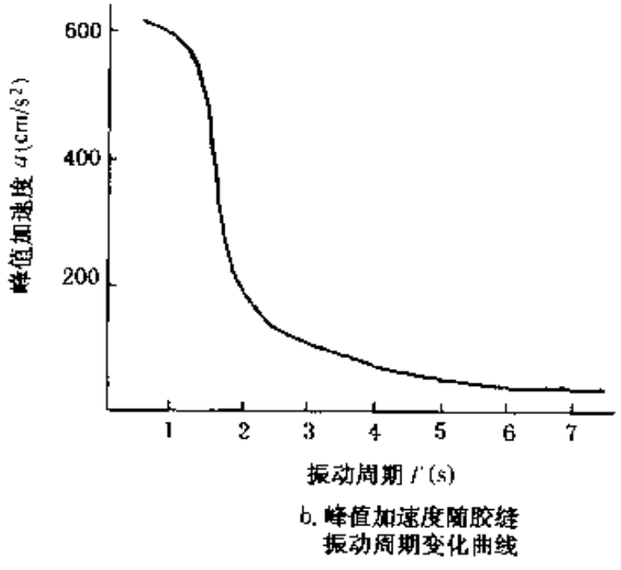
(A) 硅酮结构密封胶胶缝是一种"避"震系统。传统的抗震体系采用"强化"结构方法(即依靠增大构件截面)来提高其抗震能力,这种方法不仅增加造价,而且随着截面的增大,地震作用也随之增大,两者恶性循环,既不经济又不安全。隐框玻璃幕墙采用结构胶胶缝固定玻璃,使结构"软化"以降低刚度,这种"软化"结构以柔克刚,以此来减少地震效应,是一种新型抗震体系。由于胶缝振动周期长,地震作用(体波)通过胶缝传递到玻璃时振动周期大大延长,相应的峰值加速大大衰减,大部分地震作用的特定周期为1 s左右,而当胶缝的振动周期大于1.5 s时,峰值呈加速度降低,且随胶缝振动周期的增大而减少(见图7)。

如果硅酮密封胶胶缝的振动周期为2~3 s,相应的地震作用影响系数最大值为峰值的60%~35%。如果振动周期为6 s左右,则峰值加速度可降低到非隔震系统的1/10左右。

地震作用对隐框幕墙的效应有多大?据同济大学在1994年8月的试验中测得的数据为:当振动台加速度为0.186 g时,1 500 mm×1 500 mm×6 mm玻璃中部的应变为217.7 $\mu\varepsilon$,其应力为:



a. 地震作用影响系数 α_{max} 与振动周期 T(s) 关系的曲线



b. 峰值加速度随胶缝振动周期变化曲线

图 7

$$\sigma = 0.72 \times 10^5 \times 217.7 \times 10^{-6} = 15.674\,4 \text{ MPa}$$

假定应力与地震作用是按线性关系增减的，则 8 度(0.2 g)时，

$$\sigma = (0.2/0.186) \times 15.674\,4 = 16.85 \text{ MPa}$$

在试验时肉眼可观察到玻璃震颤，并听到玻璃振动的声音，如果考虑自振的影响，并取自振系数为 2，

由：$$\sigma = 6 \times 0.044\,2 \times g \times 1\,500^2 \times 2/6^2 = 16.85 \text{ MPa}$$

得出

$$q = 16.85/33\,150 = 5.08 \times 10^{-4} \text{ N/mm}^2 = 508 \text{ N/m}^2$$

6 mm 玻璃自重为 $0.006 \times 25600 = 153.6 \text{ N/m}^2$，地震作用为自重的 3.307 倍。幕墙 3 m 高(受荷宽度 1.33 m)铝合金立梃，当振动台加速度为 0.197 g 时，跨中应变为 1 236.4 $\mu\varepsilon$，其应力为：

$$\sigma = 0.7 \times 10^5 \times 1\,236.4 \times 10^{-6} = 86.548 \text{ MPa}$$

假定地震作用与应力按线性关系变化，则 8 度(0.2 g)时，

$$\sigma = (0.2/0.197) \times 86.548 = 87.87 \text{ MPa}$$

由 $$\sigma = q \times 3\,000^2/8\,W = 87.87 \text{ MPa}$$

得出

$$q_{线} = 87.87/1\,125\,000 \times W(78\,000)$$
$$= 6.092 \text{ N/mm} = 6\,092 \text{ N/m}$$

$$q_{面} = 6\,092/1.33 = 4\,580 \text{ N/m}^2$$

假定幕墙自重为 400 N/m^2，则地震作用是幕墙自重的 11.45 倍。

我们知道，幕墙玻璃是用结构胶缝固定在铝框上的，属避震体系，而铝合金立梃与建筑的连接采用刚性连接，地震作用与自重的关系：幕墙立柱是幕墙玻璃的 3.46 倍，这就证明了胶缝这种“避”

震体系的减震作用，即通过胶缝传递后可将地震作用衰弱到 1/3 左右。

(B) 用结构胶胶缝固定的玻璃，在玻璃受风荷载(风吸力)变形时，缝胶会随玻璃各部位的变形作同步伸长，即它不限制玻璃的变形，这样玻璃受风荷载(风吸力)的破坏完全是由于玻璃的承载能力达到极限而破坏，其破坏的特点是以挠曲顶点为中心呈散射状开裂，开裂的碎片由于胶的黏接作用仍残留在铝框上，只有少量的零星碎片散落。同样尺寸由同一片玻璃划出，用镶嵌槽夹持方法安装的玻璃，同一批试验，玻璃沿镶嵌槽边折断引起整块玻璃碎裂，大部分掉落，其破坏原因是玻璃受风荷载变形时，镶嵌槽限制玻璃变形而将玻璃折断，其破坏时的荷载要比用胶缝固定玻璃的少 500 ~ 1 000 N/m^2。

下面摘录几次试验的实录

a. 沈阳飞机厂强度试验室 1992 年 7 月 12 日对三樘 1 470 mm × 1 470 mm 隐框幕墙组件(玻璃厚 5 mm)试件进行测试，其中一件作变位测试，当加载到 2 500 Pa 时，铝框变位 2.4 mm，胶缝伸长0.78 mm，组件总变位 15.26 mm，其余二件加载到 4 250 Pa 时玻璃破坏，三个试件胶缝均未观察到破坏迹象。

b. 陕西省门窗监测站，对三樘 1 800 mm × 1 500 mm × 5 mm(玻璃)隐框幕墙组件及一樘同样尺寸明框幕墙组件进行测试，结果如下：

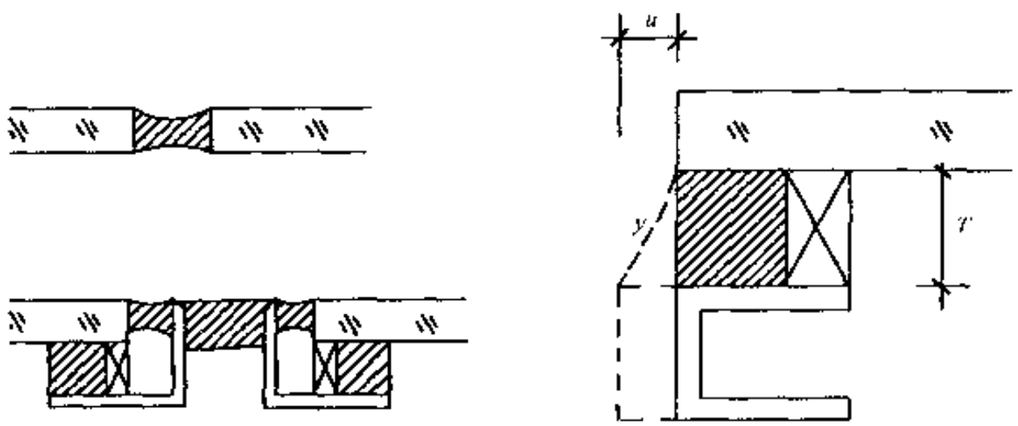
隐框幕墙试件 1：从 0 ~ 3 300 Pa，玻璃破裂，玻璃四周胶缝黏接牢固，未观察到脱胶现象。

隐框幕墙试件 2，3：加载从 0 ~ 1 200 Pa，1 400 Pa，1 600 Pa，1 800 Pa，2 200 Pa，2 400 Pa 分级加载，各持续 5 min，当加载到 2 400 Pa，试件 2 中部变位 26 mm，试件 3 中部变位 21.3 mm。

明框幕墙试件：从 0 ~ 2 800 Pa 玻璃破碎，大部分掉落。

从上述几个试验看出，胶缝具有延性，能吸收、消耗各种效应能量，提高构件承载能力。

(C) 胶缝有较大的变位承受能力。对接胶缝(见图 8a)作伸长(缩短)活动，搭接胶缝(见图 8b)当两基片活动时，胶缝错动，此时原来胶缝的厚度 T 伸长为斜边 y。根据长期观察、试验、分析、认识到温度变化引起的错动与地震作用引起的错动对胶缝作用的性质是不一样的，因而采用不同的控制值。温度变化是每时每刻都在发生(频发)，且其对胶缝的效应是持续的，要从严控制；地震作用是偶发的，它对胶缝的效应是瞬间的，可采用比温差效应较宽容的控制值。



a. 对接胶缝　　b. 搭接胶缝

图 8　硅酮密封胶胶缝变位承受能力的示意

各胶厂提供的胶缝变位承受能力控制值见表 15。控制值与应力对应关系原理见图 9a。

表 15　胶缝变位承受能力控制值

胶　牌　号	搭接胶缝(斜边是胶缝原厚度的倍数)	
	温　差　效　应	地震作用效应
SS 621	$y=1.14\,T(\delta=0.14)$	$y=1.4\ T(\delta=0.4)$
DC 993	$y=1.1\ T(\delta=0.1)$	$y=1.125\ T(\delta=0.125)$
SS 622	$y=1.12\ T(\delta=0.12)$	$y=1.4\ T(\delta=0.4)$
GE 4400	$y=1.125\ T(\delta=0.125)$	$y=1.41\ T(\delta=0.41)$
VEC 70a	$y=1.125\ T(\delta=0.125)$	
DC 995	$y=1.15\ T(\delta=0.15)$	$y=1.4\ T(\delta=0.4)$

同济大学抗震试验证明，试样用 DC 795 胶，8 mm 厚胶缝，搭接胶缝两侧基材错动约 15 mm(y 为 17 mm)，即 y 达到 2.125 T，卸载后胶缝恢复原来尺寸，没有残余变形及黏附破坏，证明控制值取 1.4 T 是可行的。

(D) 胶缝不会因钉孔或热影响区而削弱基体材料，应力集中系数小(图 9b)；连续的胶缝比断续的连接接头好；胶缝便于按应力分布分配材料等，这些都显著提高了静强度和刚度。

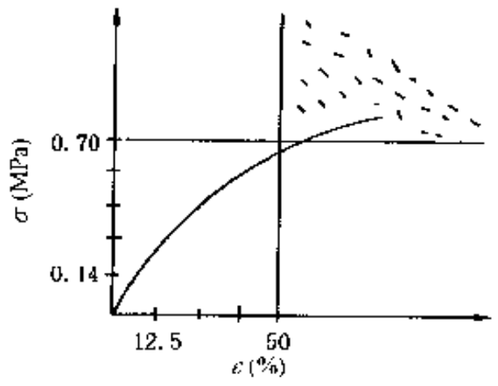


图 9a　应力应变对应关系图

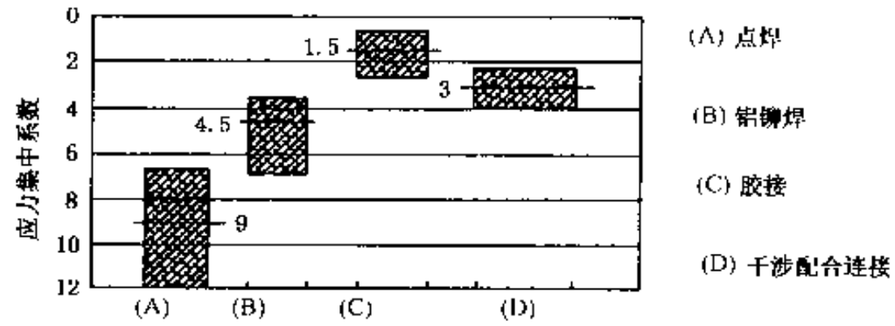


图 9b　几种连接方法的应力集中系数

⑤ 胶缝的耐久性和寿命

胶缝的耐久性和寿命是胶缝使用中要解决的另一个重要问题，胶缝的耐久性可以用实验室试验或户外试验来评定，由于环境因素众多，使用条件各异，显然选择试验方法要有针对性，必须与使用条件相关联，要慎重选择接缝型式、加载方法和试验环境条件。

单从使用中取得长期性能的信息过于费时，对确实有效的新技术推广就会贻误时机，例如我们说硅酮结构密封胶寿命为 50 年，总不能在使用了 50 年以后再推广，我们可以在实验室的强化条件下进行加速试验，力求通过短期的试验评定和预测长期的性能是十分必要的，试验可借提高荷载、温度、湿度、紫外线或粒子辐射强度或结合这些因素来加强。耐久性评价亦可借鉴具有类似性质的胶缝使用实践来推论。

(a) 用硅酮结构密封胶胶缝固定玻璃早期的建筑之一为 1970 年 5 月美国奠基广场穹形建筑，并将该建筑作为重点监测项目定期进行检测，到 1995 年共进行 8 次检测，结果表明结构胶性能无明显变化；

(b) 在国际建筑科技中心将结构胶试样通过加速老化试验器

7 000 h 试验，性能无明显变化；

(c) 在长命卫星上(卫星寿命 9～11 年)，太阳能电池片是主要电源，太阳能电池片用室温固化硅胶粘贴在太阳能电池基板或卫星壳体的外面板上，卫星在轨道上运行时，胶缝要承受最恶劣的空间环境条件，特别要经受冷、热的交变(卫星在轨道上运行时，对着太阳的阳面温度高达 120℃，背着太阳的阴面，温度在 -120℃左右，有的甚至达到 -180℃，阳面与阴面交替变化)，紫外线和粒子的辐照(卫星运行轨道要穿越臭氧层，运行轨道在臭氧层以外，那里紫外线强度为地球表面的数百倍)，已有数以百颗计的这种长寿命卫星经过 10 年以上的运行，证明用硅胶固定的太阳能电池板仍能正常工作，与试验室试验[在 180～200℃ 经 2～4 年；在 300℃几天仍保持足够的强度(3.92 MPa)和足够的延伸率(100%～200%)]相吻合，证明硅胶耐空间老化，这是由于硅胶分子是硅氧原子组成主键，有机侧基本上也没有双键，所以对紫外线和臭氧的作用都是稳定的，经几十年老化仍未发生龟裂、发黏现象。通过以上试验，可以推断硅酮结构胶胶缝寿命可达到 50 年以上。

⑥ 胶接工艺是胶接技术成败的关键

胶缝是在生产过程中形成的，材料、工艺、操作者主观条件以及环境等多种因素对其质量都有显著影响，因此质量较铆接和焊接都更为分散，约为 20%；而铆接为 8%；点焊为 15%，所以质量控制工作对胶接具有特殊的意义。表面处理质量的优劣，将直接影响胶缝的强度，特别是它的耐久性。由于胶缝的黏附机理主要是机械、化学和吸附作用，因此，经表面处理后，铝合金表面上产生的任何结构、形貌、化学成分和氧化膜组织形态方面的变化，均有可能对胶缝性能产生特定的影响。

胶接前表面处理的目的是：

A. 清除被黏物表面在生产及运输过程中沾染的油污，表面损伤和疏松的自然氧化膜；

B. 使被黏物表面粗化，增大胶黏剂与被黏物的微观接触面积，并形成适合于机械嵌合作用的表面形态；

C. 提高被黏物表面能，以利于胶黏剂在其表面的润湿；

D. 改进表面的化学性能，提高在应力及环境因素影响下的耐久性。

一般而言，阳极氧化表面处理后的新鲜表面对污染比较敏感，当用手触摸新鲜的磷酸阳极氧化(PAA)表面后，会降低其胶接能力。用高分辨率透射扫描电镜分析研究表明，即使在 34.5 MPa 压力下(PAA)氧化膜也只有一些凸出部分发生破坏，而人们搬运铝合金杆件不会造成机械损伤，影响胶接性能的主要原因是人手的污染(赤手接触会损坏表面须状结构，见图 5b)，因此一般质量控制规范都规定：在固化完成前，不得用赤手接触胶接部分，戴洁净细纱手套也只能接触非胶接部位。

白云粘胶厂 SS 621 单组分硅酮结构密封胶、SS 622 双组分硅酮结构密封胶为中性硅酮密封胶，可用于结构装配(含镀膜玻璃)。其性能参数如下：

表 16　白云 SS 621、SS 622 硅酮胶的性能参数

检测项目	国　标 GB 16776 -1997	实测值		试验方法
		SS 621	SS 622	
下垂度，mm	≤3	0	1	GB/T 13477
挤出性，s	≤10	3.5	4.2	
表干时间，min	≤180	70	55	

续 表

检测项目		国 标 GB 16776—1997	实测值 SS 621	实测值 SS 622	试验方法
硬度，HsA		30－60	42	38	GB/T 531
加热失重，%		≤10	3.5	3.7	ASTMC 792
拉伸黏结性，MPa	标准条件	≥0.45	0.98	1.3	GB/T 13477
	90℃	≥0.45	0.88	1.10	
	－30℃	≥0.45	1.40	1.45	
	浸水后	≥0.45	0.90	1.2	
	老化试验	≥0.45	0.90	1.10	

(3) 中空玻璃二道密封胶

建材行业标准《中空玻璃用弹性密封胶》对中空玻璃用二道密封胶作了规定，

① 产品分类

(1) 产品按基础聚合物分类，聚硫类代号 PS，硅酮类代号 SR。

(2) 按位移能力和模量分级，代号 20HM －位移能力 ± 20% 高模量，代号 25HM －位移能力 ± 25% 高模量。

② 技术要求

(A) 外观质量

(a) 密封胶不应有粗粒、结块和结皮，无不易迅速均匀分散的析出物。

(b) 两组分产品两组分颜色应有明显的差别。

(B) 物理性能

中空玻璃弹性密封胶的理化性能应符合表 17 的规定。

表 17 中空玻璃密封胶物理性能

检测项目	技术指标 PS类 20HM级	技术指标 SR类 20HM级	技术指标 SR类 25HM级
密度，g/cm³ A组分 B组分	规定值 ± 0.1 规定值 ± 0.1		
黏度，Pa·s A组分 B组分	规定值 ± 10% 规定值 ± 10%		
适用期，min	≥30		
表干时间，h	≤2		
下垂度，mm(20 mm)槽	≥2		
弹性恢复率，%	拉伸 160%① ≥60%		拉伸 200%① ≥60%
变动温度下黏结性/内聚性	拉伸·压缩 ± 20% 不破坏		拉伸-压缩 ± 25% 不破坏
拉伸 160%①时弹性模量，MPa (23 ± 2)℃ (－20 ± 2)℃	≥0.4 ≥0.6		≥0.6 ≥0.6
热空气-水循环后定伸①黏结性能	定伸 160% 不破坏		定伸 160% 不破坏
紫外线辐射-水浸后持久拉伸①黏结性能	持久拉伸 160% 不坏		定伸 160% 不破坏
水蒸气渗透率，g/(m²·d)	≤15		

注：① 原始尺寸为 100%

A. 两组分混合应均匀，避免形成气泡；

B. 应使挤注涂施的密封胶紧粘在基材表面上；

C. 应及时修整试件上密封胶表面，使其表面齐平。

中空玻璃第一道密封胶为聚异丁烯密封胶，它不透气、不透

水，但没有强度。第二道密封胶有聚硫密封胶和硅酮密封胶。由于聚硫密封胶在紫外线照射下容易老化，只能用于以镶嵌槽夹持方法安装玻璃的明框幕墙用中空玻璃。隐框幕墙用中空玻璃的二道密封胶必须采用硅酮密封胶。

白云粘胶厂用于中空玻璃二道密封的硅酮密封胶为 SS 615、SS 616(用于明框幕墙)，SS 628、SS 629(用于隐框幕墙)其性能参数见表 18，表 19。

表 18　白云 SS 615、SS 616 中空玻璃二道密封用硅酮密封胶性能参数

性　能	指　标		实测值		试验方法
	SS 615	SS 616	SS 615	SS 616	
颜色	黑色或客户要求的颜色	A 组分为白色 B 组分为黑色	黑色	黑色	目　测
下垂度，mm	≤3	≤3	0	0	GB/T 13477
挤出性，s	≤5	≤5	3.0	2.5	GB/T 13477
适用期，min	/	≥20	/	25	GB/T 13477
表干时间，min	≤90	≤90	75	50	GB/T 13477
固化时间，d	7～14	4～8	7	5	GB/T 13477
硬　度，HsA	30～60	30～60	50	53	GB/T 531
剥离强度，N/mm	≥1.0	≥1.0	3.5	4.0	GB/T 13477
剪切强度，N/mm^2			1.8	1.9	GB/T 13936
撕裂强度，N/mm			6.5	5.5	GB/T 529
最大拉伸黏结强度，MPa	≥0.7	≥0.7	1.0	0.9	GB/T 13477
加热失重，%	≤5		3.5	3.0	GB 16776
老化试验	合　格		合　格	合　格	ASTMC 793

表 19　SS 628、SS 629 中空玻璃二道密封用硅酮密封胶性能参数

性　能		指　标	试验方法
颜　色		SS 628 黑、灰、白等多种颜色 SS 629：A 组分为白色/B 组分为黑色，混合后为黑色	供需双方认可
下垂度，mm		≤3	GB/T 13477
挤出性，s		≤5	GB/T 13477
表干时间，min		≤180	GB/T 13477
固化时间，d		7～14	
硬　度，HsA		30～60	GB/T 531
剥离强度，N/mm		≥1.5	GB/T 13477
剪切强度，N/mm^2			
撕裂强度，N/mm			
最大抗张强度，MPa			GB/T 13477
最大伸长率，%			GB/T 13477
位移能力，%		±5～±10	ASTMC 719
加热失重，%		≤5	GB 16776
老化试验		合　格	ASTMC 793
拉伸黏结性 MPa	标准条件	≥0.9	GB/T 13477
	88℃	≥0.7	
	-29℃	0.9	
	浸水后	0.5	
	老化试验后	0.5	

(4) 防火密封胶

用于穿楼层管道与楼板孔的缝隙及幕墙防火层与楼板接缝处

密封，白云粘胶厂 SS 607 硅酮阻燃密封胶性能参数见表 20。

表 20　白云 SS 607 硅酮阻燃密封胶性能参数

性　能	指　标	实测值	试验方法
颜　色	黑、灰、白等多种颜色	/	供需双方认可
下垂度，mm	≤3	0	GB/T 13477
挤出性，s	≤5	3	GB/T 13477
表干时间，min	≤180	35	GB/T 13477
固化时间，d	7～14	11	GB/T 13477
硬　度，HsA	20～80	55	GB/T 531
剥离强度，N/mm	≥1.0	1.2	GB/T 13477
剪切强度，N/mm^2		1.7	GB/T 13936
撕裂强度，N/mm		4.2	GB/T 529
拉伸黏结强度，MPa		0.7	GB/T 13477
最大强度伸长率，%		69	GB/T 13477
位移能力，%	±7.5	±7.5	ASTMC 719
加热失重，%	≤5	2.2	GB 16776
老化试验	FV—0 级	FV—0 级	GB/T 2408

2. 胶缝标准设计

什么是胶缝，较早采用铝合金结构胶技术的航空航天界已给出经典的定义："胶接接头中，胶层、界面区与基材表面共同组成了胶缝(Sealant bead)，胶缝不涉及被黏物的形式。"

现在有些国外胶供应商提供的产品样本、技术资料中将胶缝称之为接口、砌口(joint)、咬口(bite)、胶合线(glueline、bondline)等，这些术语都不能反映胶缝的本质。

结构玻璃装配胶缝标准设计经过近 30 年使用实践，不断修改、补充、完善，已有规范化做法(见图 10)。玻璃与铝框的连接属搭接胶缝，两个结构玻璃装配组件间的胶缝属对接胶缝。搭接胶缝要承受自重效应、风荷载效应、地震作用效应、温度变化效应，它的受力情况比较复杂，因此胶缝的构造要满足上述各种效应的要求，对于搭接胶缝宽度 C_s 及厚度 T_s 的计算在后面详细讨论。对接胶缝，随与胶缝连接的部位不同而异，当两相对面为铝框时(见图 11a)按式(9)计算位移；当两相对面为玻璃时(见图 11b)按式(10)计算位移。这时铝框也有伸缩，它和玻璃的伸缩量不一样，但已由搭接结构胶缝调节，对对接胶缝的影响可忽略不计。

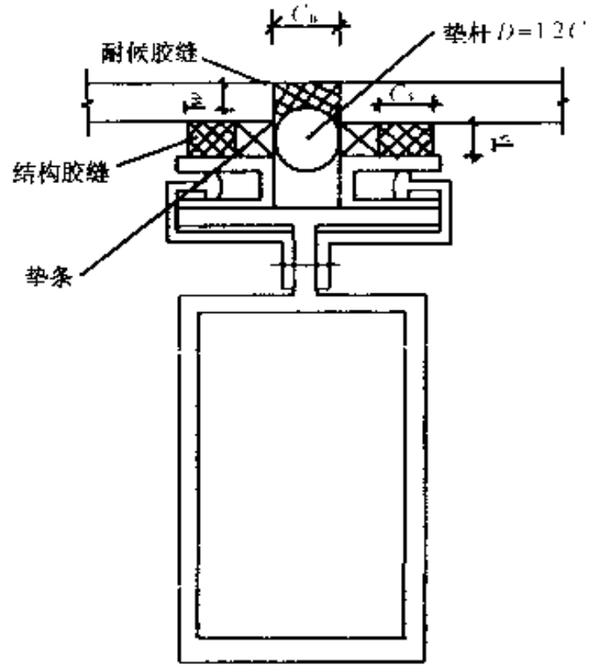
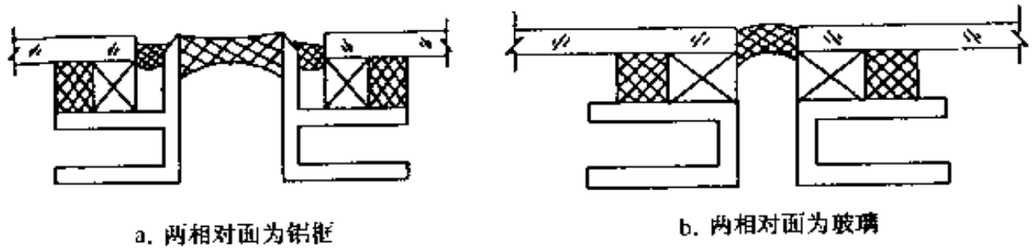


图 10　结构玻璃装配胶缝



a. 两相对面为铝框　　b. 两相对面为玻璃

图 11　对接胶缝

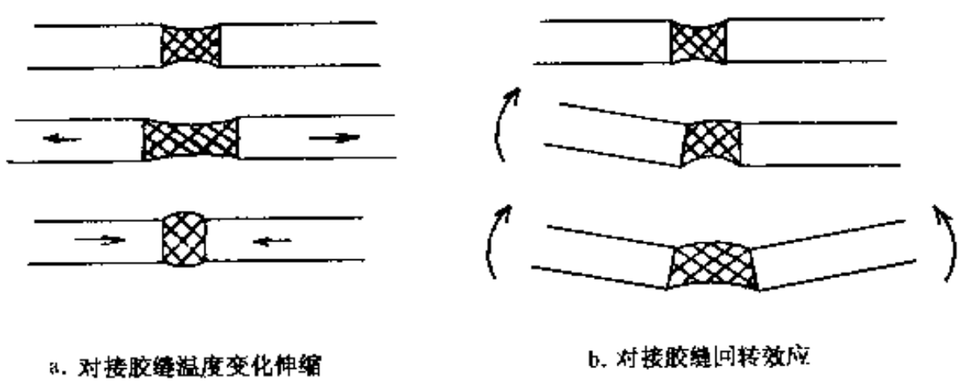
$$u_w = L \times 23.5 \times 10^{-6} \times 80 \tag{9}$$

$$u_w = L \times 10 \times 10^{-6} \times 80 \tag{10}$$

$$C_w = u_w/\beta \tag{11}$$

β 取值：SS 601 为 0.125，SS606，SS 611/SS 811 为 0.25。

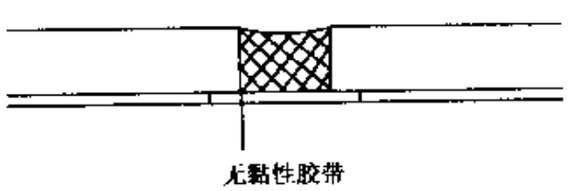
搭接胶缝的宽度是厚度的 2 倍，但不能小于厚度，厚度最小为 6 mm，最大为 12.7 mm(即宽度最大为 25.4 mm，最小为 6 mm)。对接胶缝主要承受结构玻璃装配组件因温度变化伸缩产生的效应及各种变位产生的效应(见图 12)。用于幕墙表面填缝的对接胶缝，对建筑物的防水至关重要，在精心构思建筑物立面建筑设计时，这种接缝设计是许多最终必须考虑的关键项目中最重要的一项。这



a. 对接胶缝温度变化伸缩　　b. 对接胶缝回转效应

图 12　对接胶缝效应

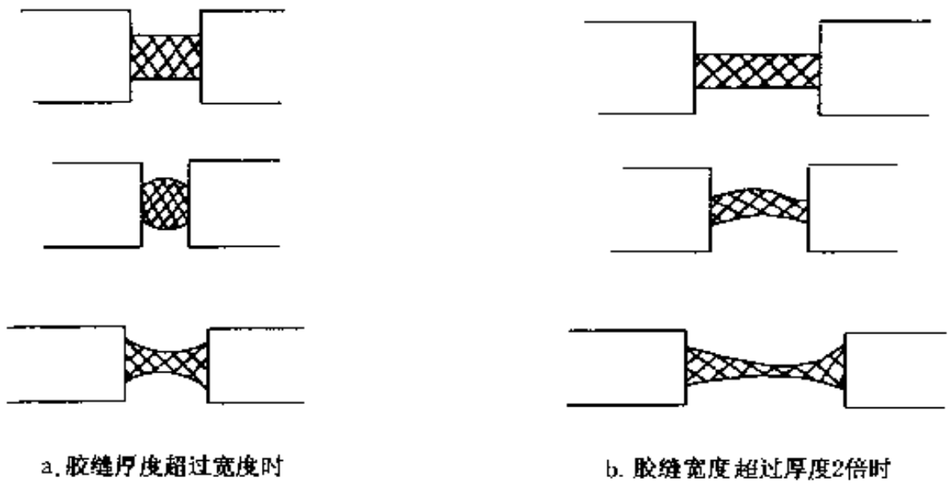
种胶缝的有效处理是评估建筑物本身成功与否以及是否耐久的关键因素。不正确的胶缝设计，使得胶缝不能起到它应有的作用，结果是旷日持久的雨水渗漏、潮气渗透问题解决不了，以致使企望建筑立面的外围护构件有良好性能、保持室内有一个良好的环境的目标不能实现。用高性能、高质量的密封胶制作的优良的胶缝，是将建筑师的技术要求和规范设计的胶缝施工图转化为一个经得起风吹雨打、具有良好性能的建筑的基本保证。良好的防风雨胶缝设计早已制定，并经实践证明是有效的，它要求密封胶粘接在胶缝两相对侧面上，不能三面附着，并且选用适当的宽厚比，理想的 t_w/C_w 是 1/2，但 $T_w/C_w = 1$ 仍可接受，它对胶缝的活动有很大影响，最小宽度不应小于 6 mm，最小厚度不得小于 3.5 mm，为避免三面附着，必须使用垫杆，对无法使用垫杆的部位，可使用无黏性胶带(见图 13)。



无黏性胶带

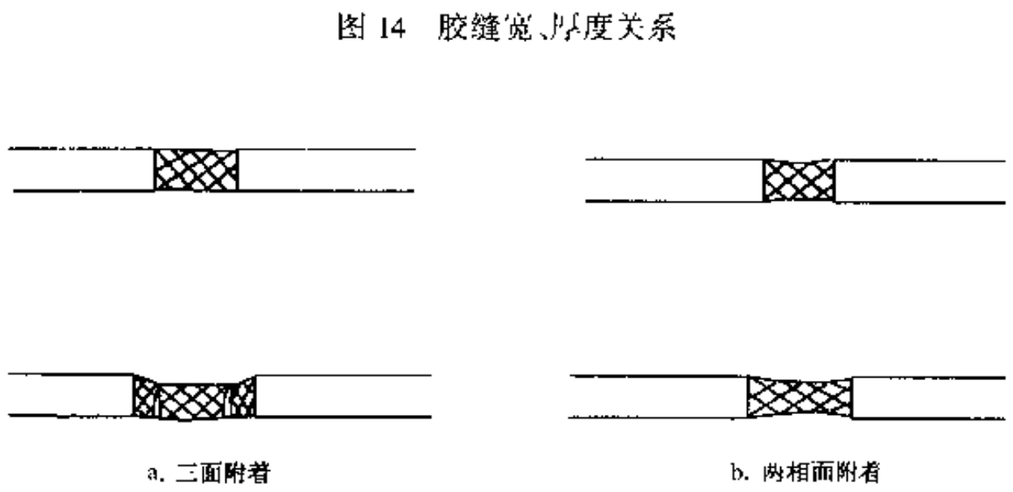
图 13　对接胶缝构造

如果胶缝厚度超过宽度(见图 14a)，胶缝伸长时，将使胶边缘局部过度伸长而断裂。如果胶缝宽度超过厚度的 2 倍(见图 14b)，在压缩时容易失稳，拉伸时容易折断。如果三面附着(见图 15)，在拉伸时，胶缝附着的两相对面位移时，达到一定的拉伸长度后，由于受第三面附着的影响，将会使胶缝断裂。对接胶缝和施工季



a. 胶缝厚度超过宽度时　　b. 胶缝宽度超过厚度2倍时

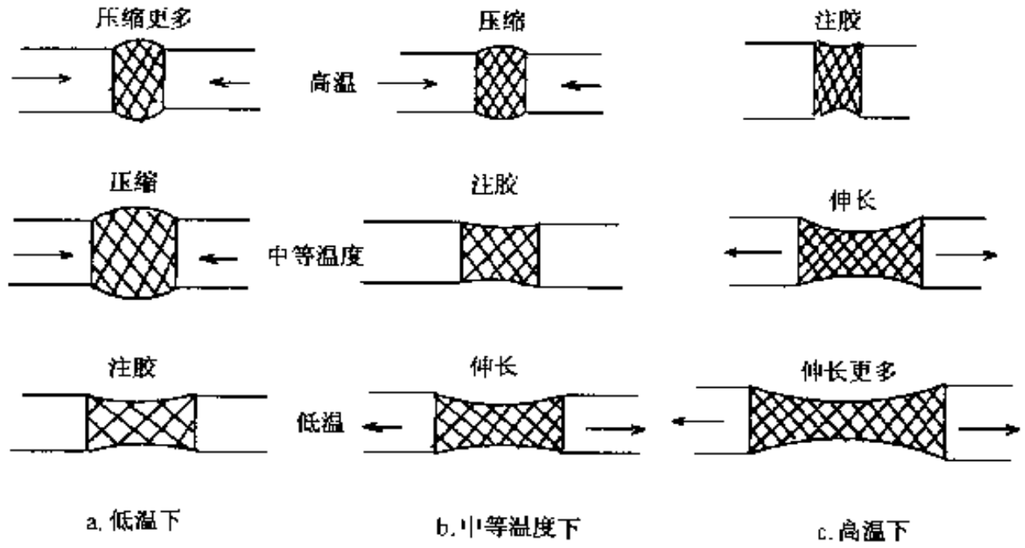
图 14　胶缝宽、厚度关系



a. 三面附着　　b. 两相面附着

图 15　胶缝黏接面数量

节也有关系，在低温时用耐候胶注胶填缝，随温度升高，组件伸长，胶缝受压缩（见图 16a）；在中等温度时注胶填缝，气温升高，胶缝受压，气温降低，胶缝受拉（见图 16b）；在高温时注胶填缝，中等温度时胶缝被拉伸，到低温时，拉伸更甚（见图 16c）。



a. 低温下　　b. 中等温度下　　c. 高温下

图 16　不同温度下注胶的胶缝随温度变化其受力的情况

上述构造要求，还没有为全部幕墙制造商掌握，国内一家有影响的铝合金型材厂产品样本的节点图画成如图 17 所示式样，即将耐候胶施涂成三面附着，某幕墙制造厂依葫芦画瓢，画成大样，送道·康宁公司建筑试验室用 D.C791P 胶试验，按图 17 大样试验（三面附着）活动量为 15%，而按标准胶缝（两相对面附着，见图 10）试验，活动量为 50%。

还有一家境外公司，它的胶缝设计（见图 18）不符合结构胶胶缝标准构造要求，宽度是厚度的 3.75 倍，不符合 2 倍的要求；宽度 30 mm，超过 25.7 mm（1 英寸）的规定。

隐框玻璃幕墙结构玻璃装配胶缝属错接胶缝，它要承受风荷载、自重、温度变化、地震作用产生的效应，为适应这些效应，胶缝的宽度、厚度均要有相对的尺寸，一般按风荷载和自重效应，计算胶缝宽度；按温度变化和地震作用效应计算胶缝厚度，再根据两者之间的构造宽、厚比确定采用的宽度和厚度。

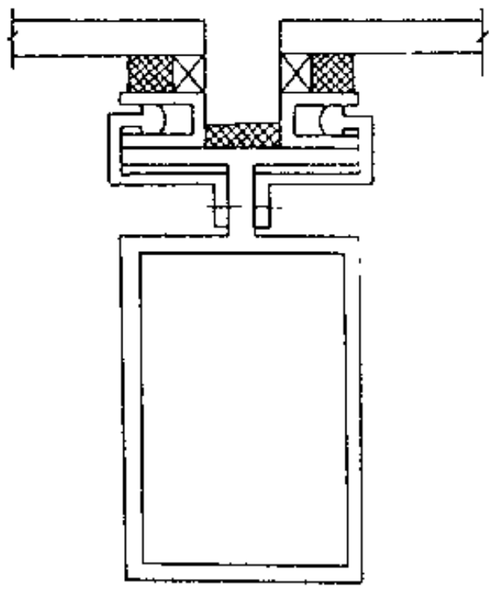


图 17　国内某铝合金型材厂产品样本上的节点图

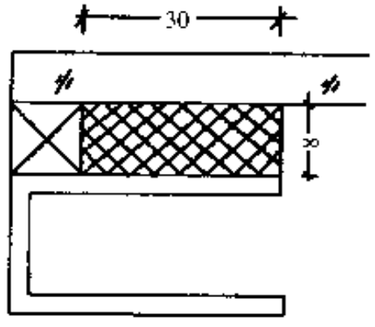


图 18　某境外公司的胶缝设计图

结构胶缝对各种荷载(作用)产生的效应和计算简图可作以下分析。

① **风荷载效应**

在风压作用下,胶缝受压产生压应力,当压应力超过密封胶抗压承载能力时,胶缝失效。在风吸力作用下,胶缝受拉伸长,胶缝产生拉应力,它的破坏有 4 种可能(见图 19):

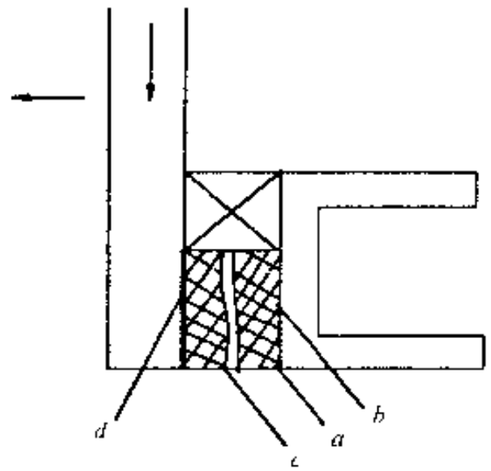


图 19　在风吸力作用下胶缝被破坏的四种可能

a. 拉应力超过密封胶抗拉强度的极限而使密封胶被拉断;

b. 密封胶与铝框的黏接失效导致玻璃掉落;

c. 密封胶与镀膜玻璃的镀膜层(无镀膜层的普通玻璃)黏接失效而破坏;

d. 镀膜玻璃的镀膜层与玻璃黏接失效而使玻璃掉落。

一般密封胶受风吸力破坏的危险率大于风压力,它就要求镀膜层与玻璃有牢固的黏接力,要求结构密封胶有很好的抗拉强度与黏附强度,同时要有足够的宽度,对于胶缝的风荷载效应宽度可用下面的计算简图来进行分析(见图 20)。

(A) 当矩形结构玻璃装配组件长宽比大于等于 2:1 时,按单向板考虑,这时玻璃承受的风荷载全部传给长边,由胶缝传给组件框架,可取一单位长度(1 m)来进行分析,此时玻璃镶板上的风荷载等于 $W_k \times 1\,\mathrm{m} \times s/2$,需要胶缝的承载能力为 $f_1 \times 1\,\mathrm{m} \times B_1$,即 $W_k \times 1\,\mathrm{m} \times s/2 = f_1 \times 1\,\mathrm{m} \times B_1$。除 B_1 外均为已知,移项求 B_1:

$$B_1 = (W_k \times 1\,\mathrm{m} \times s/2)/(f_1 \times 1\,\mathrm{m}) = (W_k \times s/2)/f_1$$

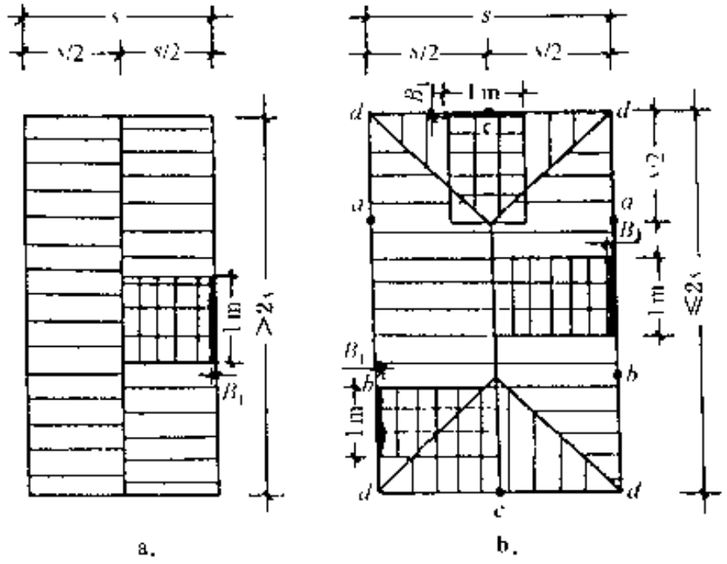


图 20　胶缝的风荷载荷效应宽度的计算简图

式中：f_1——结构密封胶短期荷载强度允许值。

(B) 当矩形结构玻璃装配组件长宽比小于 2:1 时，按双向板考虑，这时玻璃镶片上承受的风荷载，梯形面积分布传给长边，三角形面积分布传给短边，这时 ab 段和 c 点胶缝的应力最大，在 ab 段上取单位长度(1 m)进行计算，其简图与图 20a 相同；如果在 ad (be)段上取一单位长度，实际荷载分布可能是梯形或三角形，但为了留有余地仍按矩形面积计算。如果在短边取一单位长度，也为留有余地，取矩形受荷面积，由于是(45°)等角直角三角形，两直角边相等，矩形的另一边也等于 $s/2$，这样也可按图 20a 计算。

(C) 从圆上截取 α°角扇形面积为计算单元，弧长为 1 的面积为 $A = r \cdot l/2$ (见图 21)。

扇形面积上的风荷载为 $0.5 \times r \times 1 \times W_k$，胶缝面积为 $1 \times B_1$，即 $B_1 \times 1 \times f_1 = 0.5 \times r \times 1 \times W_k$。

移项：$B_1 = (0.5 \times r \times 1 \times W_k)/(1 \times f_1) = (0.5 \times r \times W_k)/f_1$

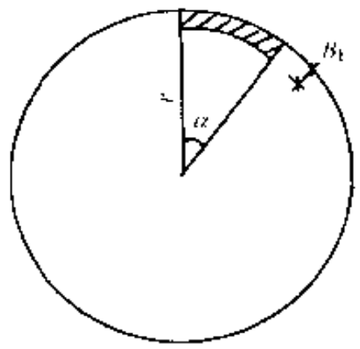


图 21　扇形

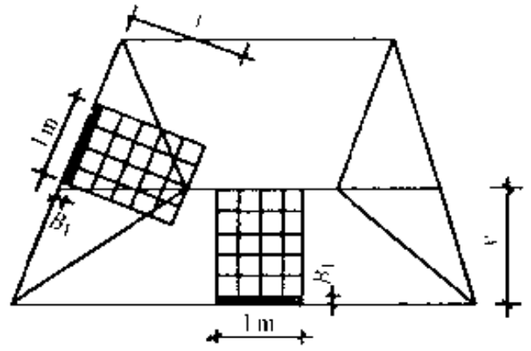


图 22　规则四边形

(D) 规则四边形(见图 22)，即四条边中有二条对边平行的四边形，作每一角的角平分线，并作平分线交点的连线，平分线交点到边的垂高(y)相等，按图 20a 的原理取单位长度(1 m)的面积，其面积为 $y \times 1$ m，其所承受风荷载为 $1\text{ m} \times y \times W_k$，胶缝能承受应力为 $1\text{ m} \times B_1 \times f_1$，即 $1\text{ m} \times y \times W_k = 1\text{ m} \times B_1 \times f_1$。

移项：$B_1 = (y \times W_k)/f_1$

(E) 三角形(见图 23)，作每个角的平分线，得角平分线的交

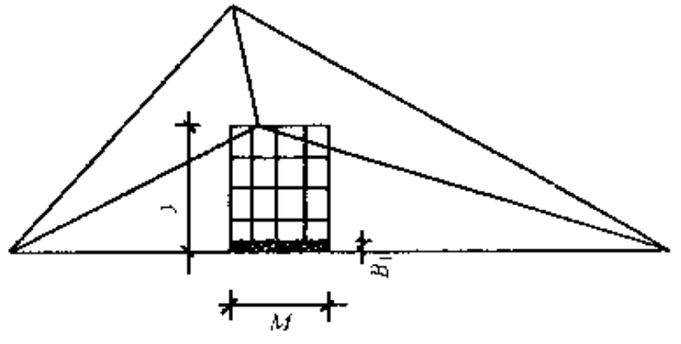


图 23　三角形

点，这个点到每边垂线的距离 y 相等，取单位长度 1 m 计算，按留有余地的原则取矩形受荷面积，则 $1\ \text{m} \times y \times W_k = 1\ \text{m} \times B_1 \times f_1$。

移项：$B_1 = W_k \times y / f_1$

(F) 不规则四边形(见图 24)，即四条边均不平行的四边形，可展开为三角形进行计算。

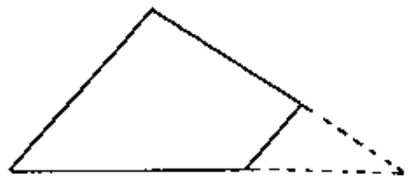


图 24　不规则四边形

按 JGJ 102 规范的规定，取 $c_s = B_1$、$a = s$，这样风荷载胶缝的宽度、厚度按式(12～17)计算。

(a) 矩形　　$c_{s1} = W_k \times a / 2\,000 f_1$　　(12)

(b) 圆形　　$c_{s1} = W_k \times r / 2\,000 f_1$　　(13)

(c) 梯形　　$c_{s1} = W_k \times 2y / 2\,000 f_1$　　(14)

(d) 三角形　$c_{s1} = W_k \times 2y / 2\,000 f_1$　　(15)

$$y = B_3 / [1/(\tan \alpha_1/2) + 1/(\tan \alpha_2/2)] \quad (16)$$

$$T_{s1} = (0.5 \sim 1) c_{s1} \quad (17)$$

(e) 不规则四边形(见图 25)，可展开为三角形后求出 B_3 与 y 进行计算。

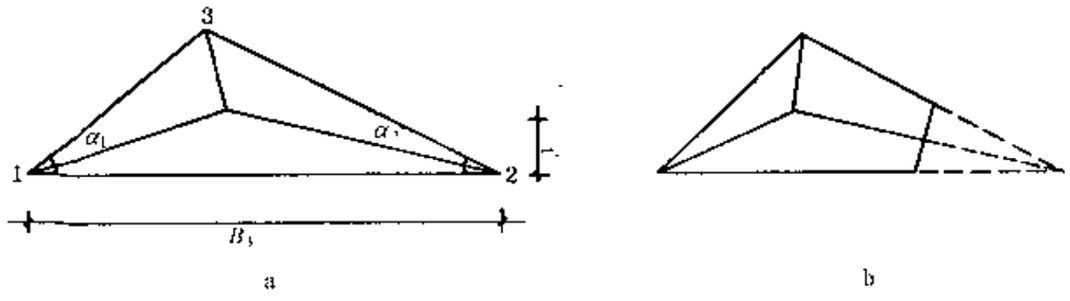


图 25　不规则四边形按三角形计算

② **自重效应**

玻璃自重靠密封胶固定在铝框上并支承起来，它使胶缝产生应力，在风荷载同时作用下，胶缝的总应力是 σ_1 和 σ_2 的总和(见图 26)。

自重效应胶缝宽度、厚度按式(18～19)计算。

$$C_{S2} = [\text{每 m}^2 \text{ 玻璃体积} \times 25.6 \times a \times b] / [2\,000(a + b) \times 0.007]\ (\text{mm}) \quad (18)$$

$$T_{s2} = (0.5 \sim 1) \times C_{s2} \quad (19)$$

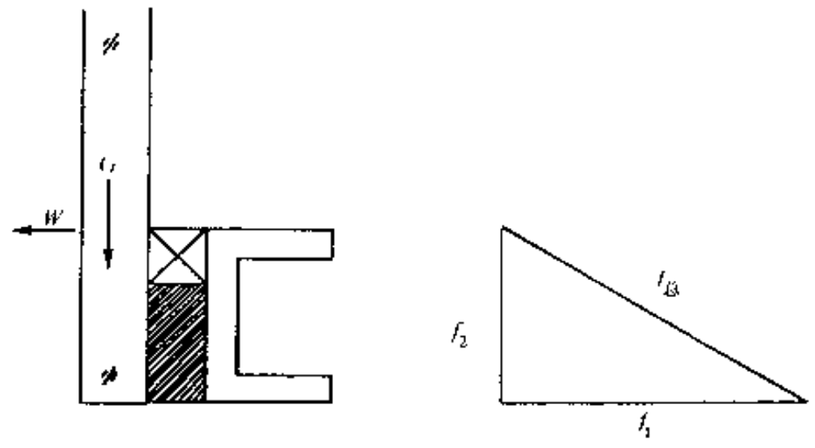


图 26　胶缝总应力组合示意图

式中　f_2——结构密封胶永久荷载效应设计强度。

在自重作用下，胶缝会产生竖向位移。在弹性阶段应力应变成比例，如 SS 622 在 $f_1 = 0.14\ \text{N/mm}^2$ 时 $\delta = 0.12$，可推算出在 $f_2 = 0.007\ \text{N/mm}^2$ 时，$\delta = 0.6 \times 10^{-3}$。

$$u_s = (y^2 - t^2)^{1/2}$$

当胶缝厚度为 6 mm 时(最小厚度)

$$u_s = [(1 + 6 \times 10^{-3}) \times 6^2 - 6^2]^{1/2} = 0.77 \text{ mm}$$

当胶缝厚度为 12 mm 时(最大厚度)

$$u_s = [(1 + 6 \times 10^{-3}) \times 12^2 - 12^2]^{1/2} = 1.5 \text{ mm}$$

《Structural Glazing Industry Code Practtce》第 2.1.3 条指出,必须确保结构密封胶的胶缝面积,使胶缝在永久荷载作用下的应力不大于 0.703 kPa(0.007 MPa)。在使用寿命期限内,当胶缝应力不大于 0.703 kPa,在永久荷载持续作用下,胶缝不会发生蠕变。

③ 温差效应

在温度发生变化时,玻璃和铝框同时发生伸缩(见图 27)。由于它们的线胀系数不同(铝框约为玻璃的 2.4 倍),它们的伸缩量就不一样,就有一个差 Δ,这使胶缝由原来的矩形变成菱形,它的一条边伸长为斜边,根据勾股定理 $y^2 = T^2 + \Delta^2$。

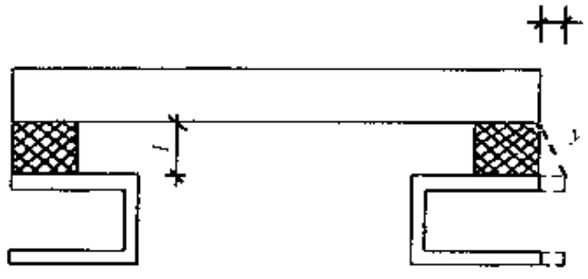


图 27 温差效应变位

根据试验,y 的容许伸长与 T 的比已在表 15 中列出,每种胶均分别列出温差效应、地震效应的数值,且地震效应容许伸长量大于温差效应,这是由于温差效应是每时每刻都在发生的效应,胶缝的伸缩是持续的,并且伸长与缩短在不停的循环反复,因此要从严控制。

地震效应是偶然发生的,而且持续时间只有 20 s ~ 3 min(即瞬间的)可以适当放宽,将各种允许伸长量代入式 $y^2 = T^2 + \Delta^2$。

设:$\delta = (y - T)/T$ $\quad y^2 = (1 + \delta)^2 T^2$

$$(1 + 2\delta + \delta^2) T^2 - T^2 = \Delta^2 \qquad (2\delta + \delta^2) t^2 = \Delta^2$$

$$\Delta = T \times [\delta(\delta + 2)]^{1/2}$$

JGJ 102 规范取 $y = t_s$ $\quad T = t_s$ $\quad \Delta = u_s$

$$u_s = t_s/[\delta(\delta + 2)]^{1/2}$$

JGJ 102 规定计算胶缝宽度时取 $f_1 = 0.14$ N/mm^2(即取强度许用值为 0.14 MPa),而计算胶缝厚度时用变形值 δ,对于弹性结构来说,结构反应中的内力与变形是等价的,是可以互相换算的。为了使宽度、厚度计算的可靠度控制在同一水平上,对可变荷载(风荷载、温度变化)的 δ 值取对应于 f_1(0.14 N/mm^2)时的变形值,如 SS 621 当应力达到 0.14 N/mm^2 时,δ 为 14%;SS 622 为 12%。而对偶然作用(地震作用),各国都倾向于保持 $\Delta = T$ 即 y 为 1.4 T,δ 取为 0.4。

JGJ 102 规范条文说明第 5.6.6 条指出:变位承受能力 δ 值,不同牌号胶不同,可分别选用。根据有关厂商按上述原理测试,并将测试结果用数理统计方法求出的 δ 值见表 15。温度变化效应胶缝厚度、宽度按式(20 ~ 22)计算。

$$t_{s3} = u_{s3}/[\delta_1(2 + \delta_1)]^{1/2} \tag{20}$$

$$c_{s3} = (1 \sim 2) t_{s3} \tag{21}$$

$$u_{s3} = L[(\alpha_1 - \alpha_2) \times 80] \tag{22}$$

④ 地震作用效应

在地震作用下，建筑物主框架发生层间变位，强制幕墙同步变位，这时胶缝由矩形变形为菱形(见图 28)。

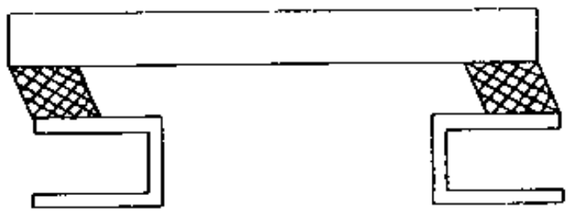


图 28　地震作用效应变位

地震作用效应胶缝宽度按式(23～24)计算：

$$t_{s4} = (\theta \times H \times \Psi)/[\delta_2 \times (2 + \delta_2)]^{1/2} \tag{23}$$

$$c_{s4} = (1 \sim 2) \times t_{s4} \tag{24}$$

式中　θ——幕墙间层变位设计变位角；

H——组件高度(mm)；

Ψ——胶缝变位折减系数(见表 21)。

表 21　胶缝变位折减系数

组件高、宽比	胶缝变位折减系数 Ψ
1:1	0.7
1.5:1	0.65
2:1	0.6

⑤ 胶缝宽度与厚度的采用

胶缝宽度与厚度的采用应按下述原则确定：

a. 在 c_{s1}、c_{s2}、$1 \times t_{s3}$、$1 \times t_{s4}$中选用一个大值作为采用宽度，当采用宽度少于 6 mm 时，按 6 mm 采用；

b. 在 $c_{s1}/2$，$c_{s2}/2$，t_{s3}，t_{s4}中选用一个大值作为采用厚度，当采用厚度少于 6 mm 时，按 6 mm 采用；

c. 当采用的厚度小于采用宽度一半时，要采用宽度的一半作为采用厚度；

d. 当采用的宽度小于采用厚度时，应采用厚度作为采用宽度。

⑥ 校核与验算

在确定采用胶缝宽度后，应作进一步校核，保证 σ_1 和 σ_2 的总和不大于 140 kPa，并按式(25～27)进行验算。

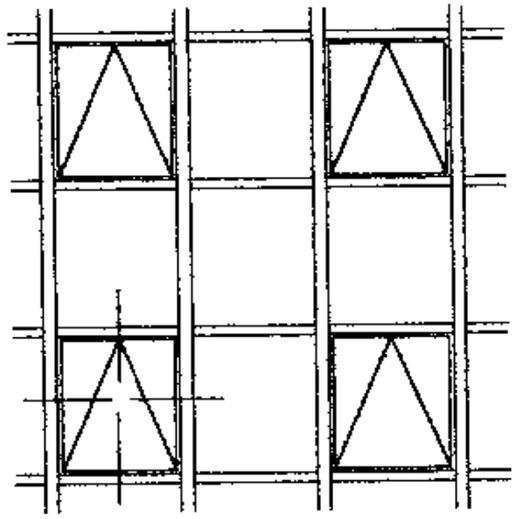
$$\sigma_{总} = (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)^{1/2} \leqslant 140(\text{kPa}) \tag{25}$$

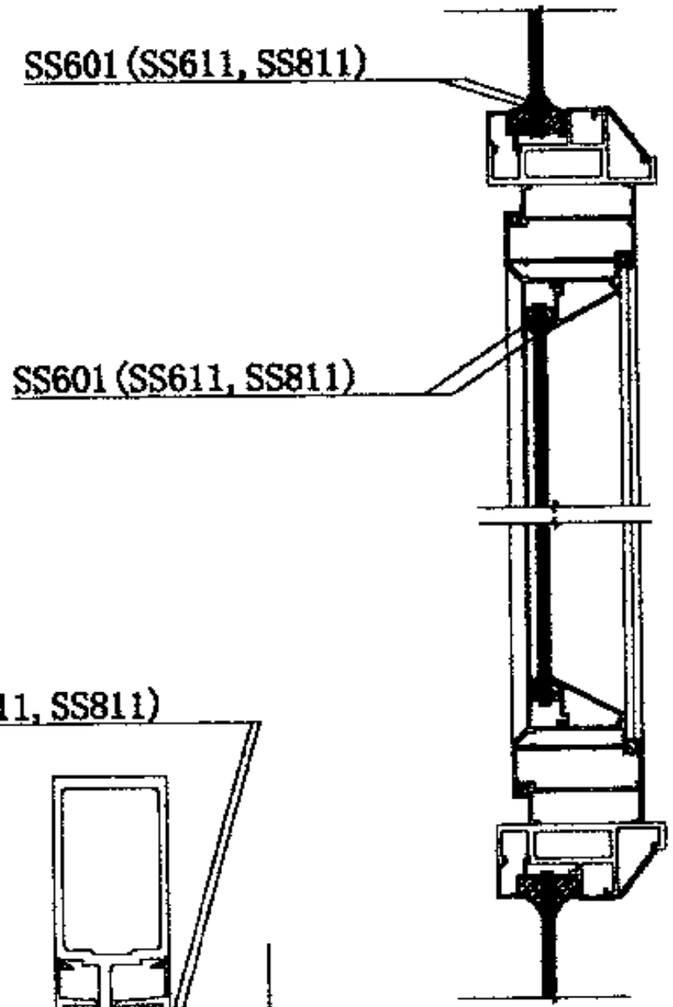
$$\sigma_1 = (W_k \times 0.5 \times a)/c_{s1}(\text{kPa}) \tag{26}$$

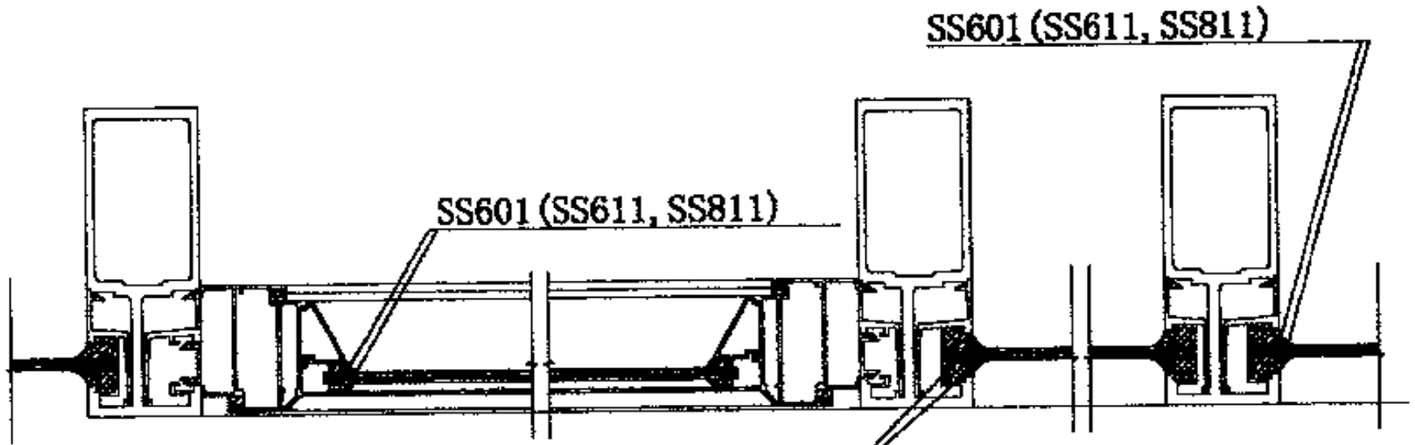
$$\sigma_2 = (\text{玻璃体积} \times 25.6)/(\text{玻璃周长} \times c_{s2})(\text{kPa}) \tag{27}$$

JG 3035 前言说明该标准内容与 JGJ 102 规范配套实施，这样在 JGJ 102 规范计算胶缝宽度与厚度公式中不加施工偏差值，这是由于 JG 3035 表 12 规定胶缝宽度偏差为 +1.0，-0，胶缝厚度偏差为 +0.5，-0，胶缝施工结果保证不小于设计值，用施工质量来保证胶缝宽、厚度不出现负偏差，在计算时就不必考虑施工偏差。

一、明框幕墙胶缝

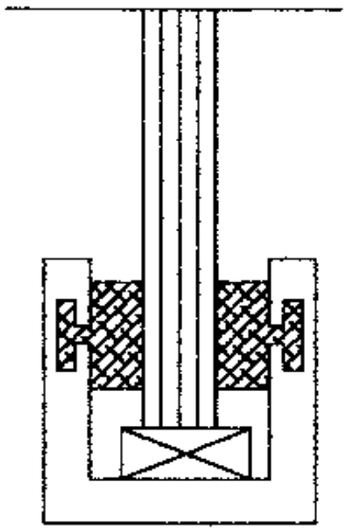






1. 整体镶嵌槽式明框幕墙胶缝	图集号	01BY-101
	第 1 页	

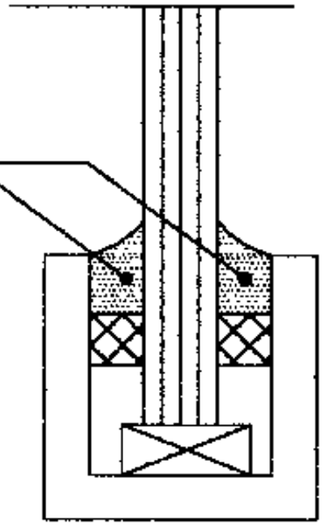
外



内

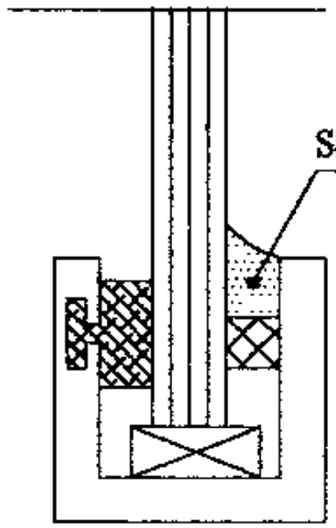
外

SS601(SS611, SS811)



内

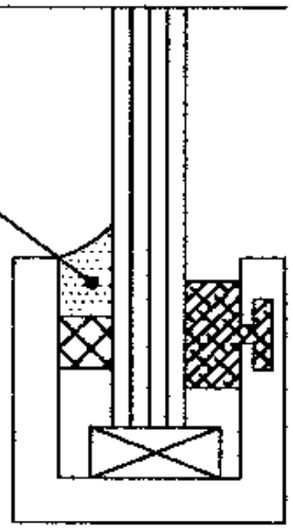
外



内

外

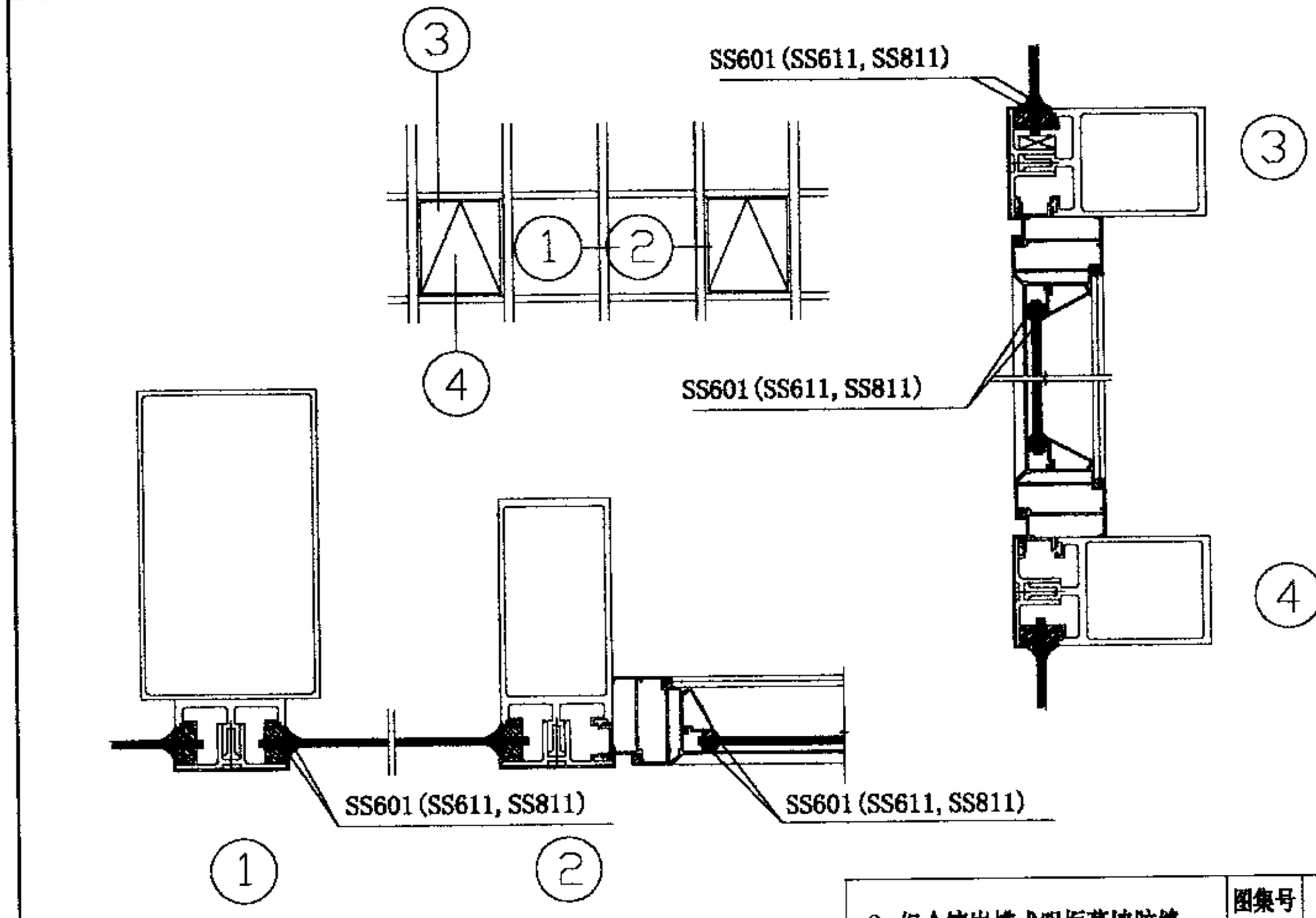
SS601(SS611, SS811)



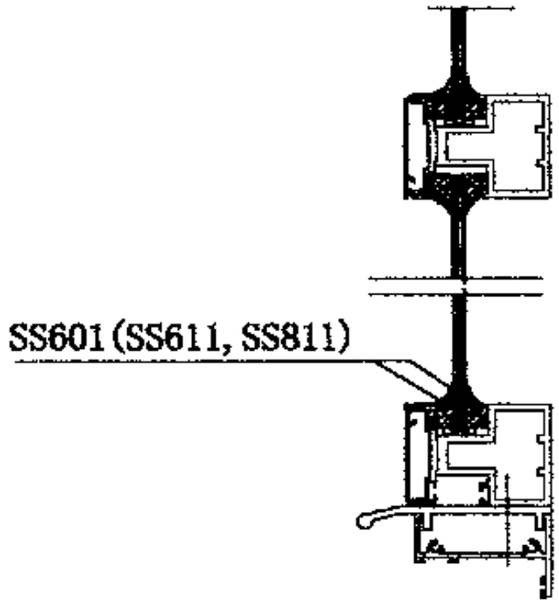
内

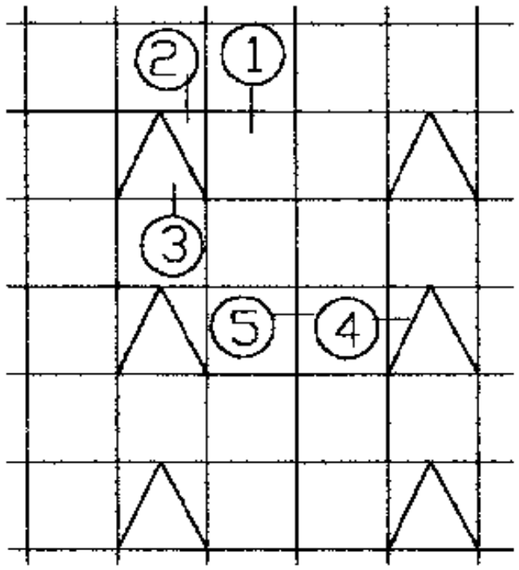
2. 干湿式装配胶缝

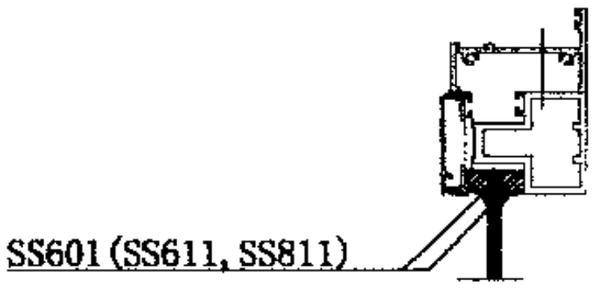
图集号	01BY-101
第	2 页

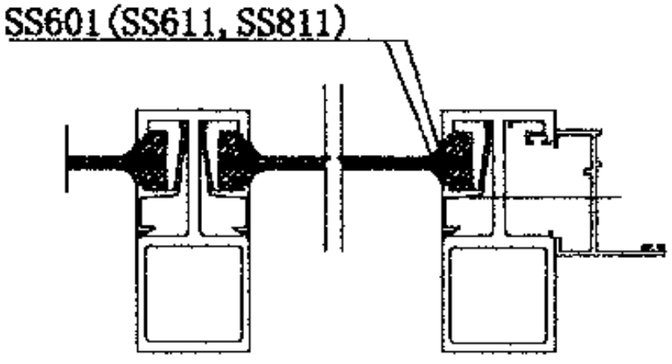


3. 组合镶嵌槽式明框幕墙胶缝	图集号	01BY-101
	第 3 页	

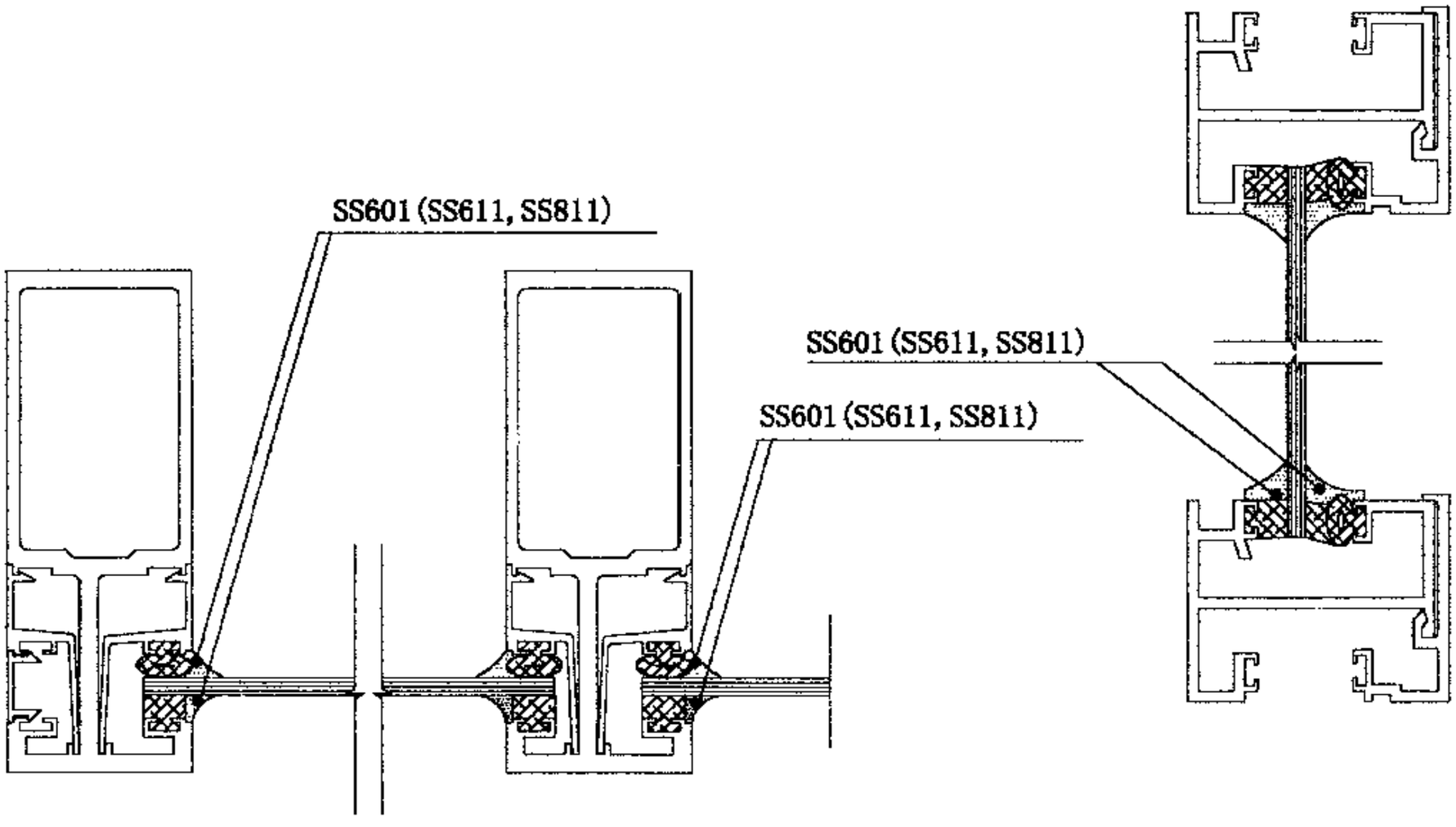




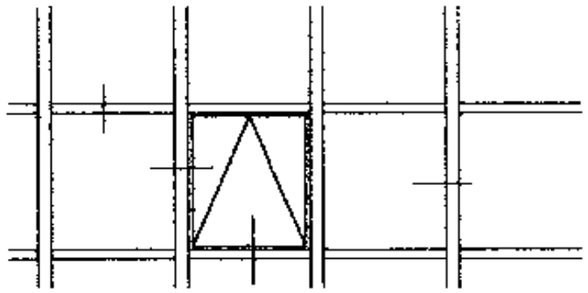


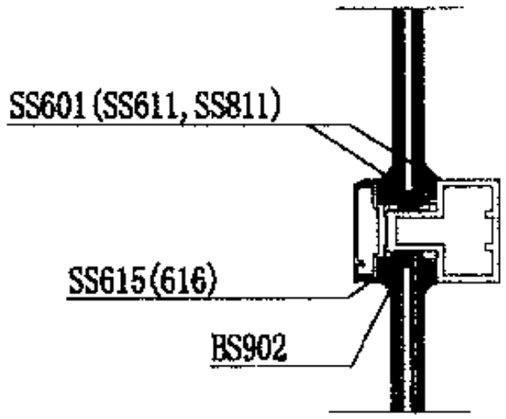


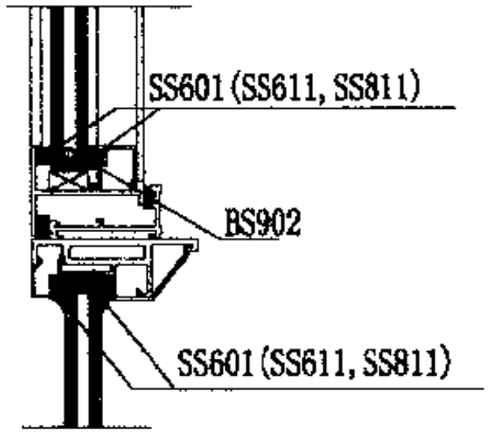
4. 混合镶嵌槽式明框幕墙胶缝(一) (外装横框嵌条)	图集号	01BY-101
	第 4 页	

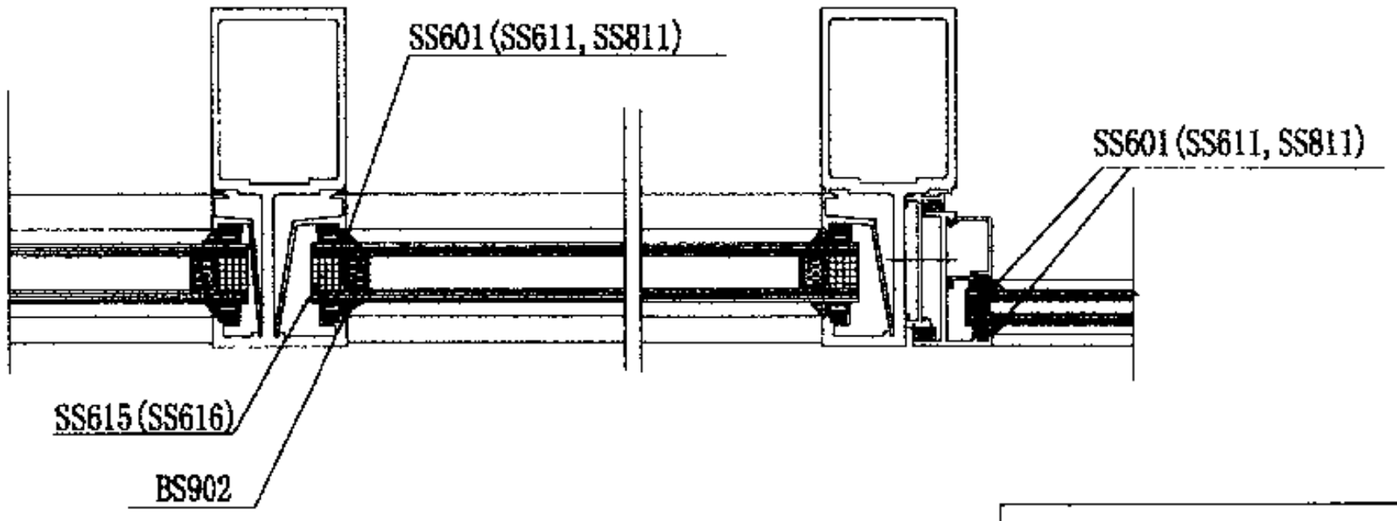


5. 混合镶嵌槽式明框幕墙胶缝（二） （内装横框嵌条）	图集号	01BY-101
	第 5 页	

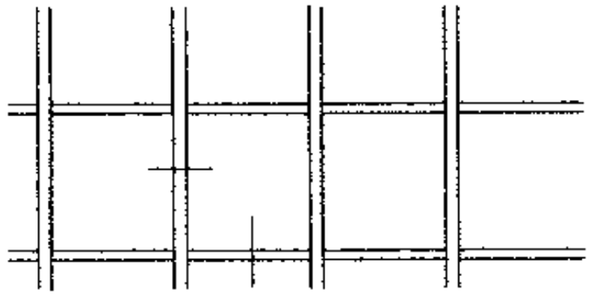


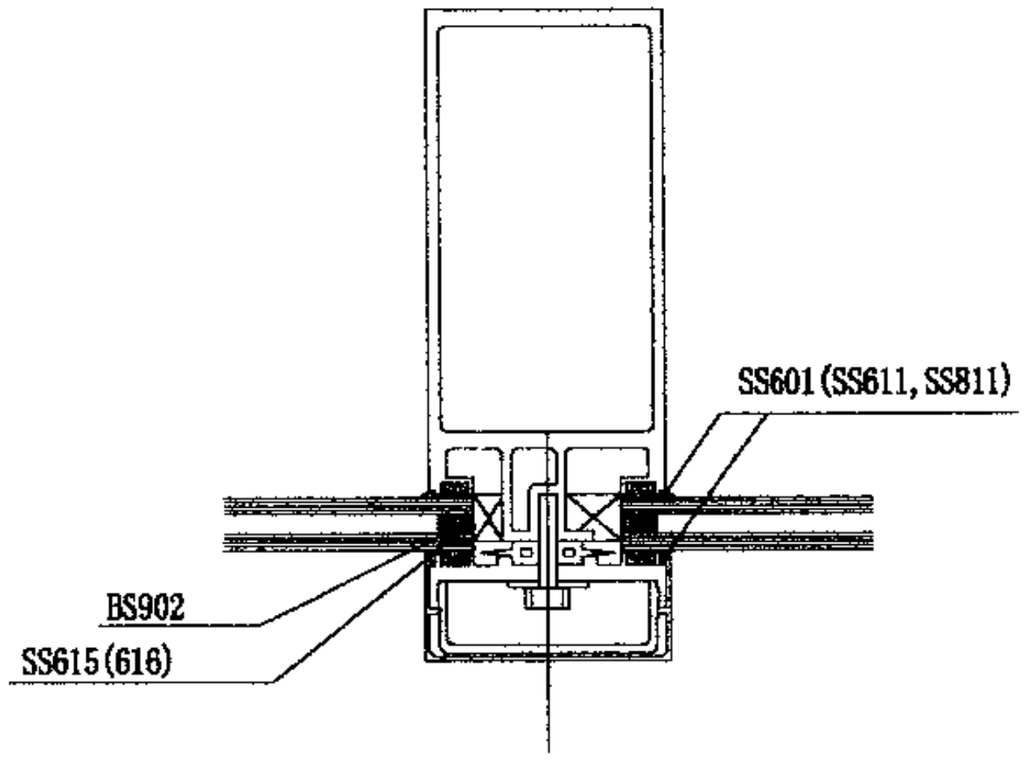




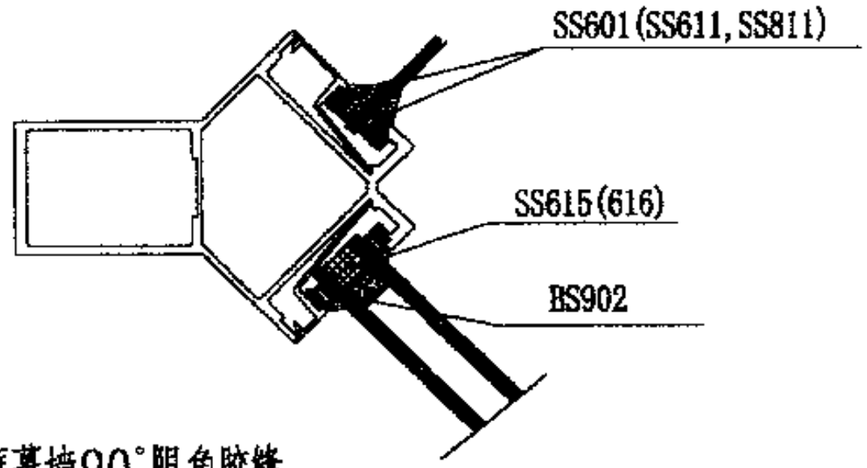


6. 隐窗型明框幕墙胶缝	图集号	01BY-101
	第	6 页

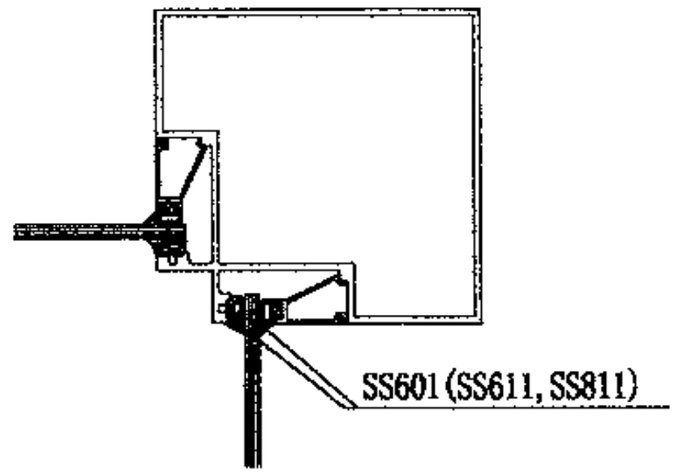




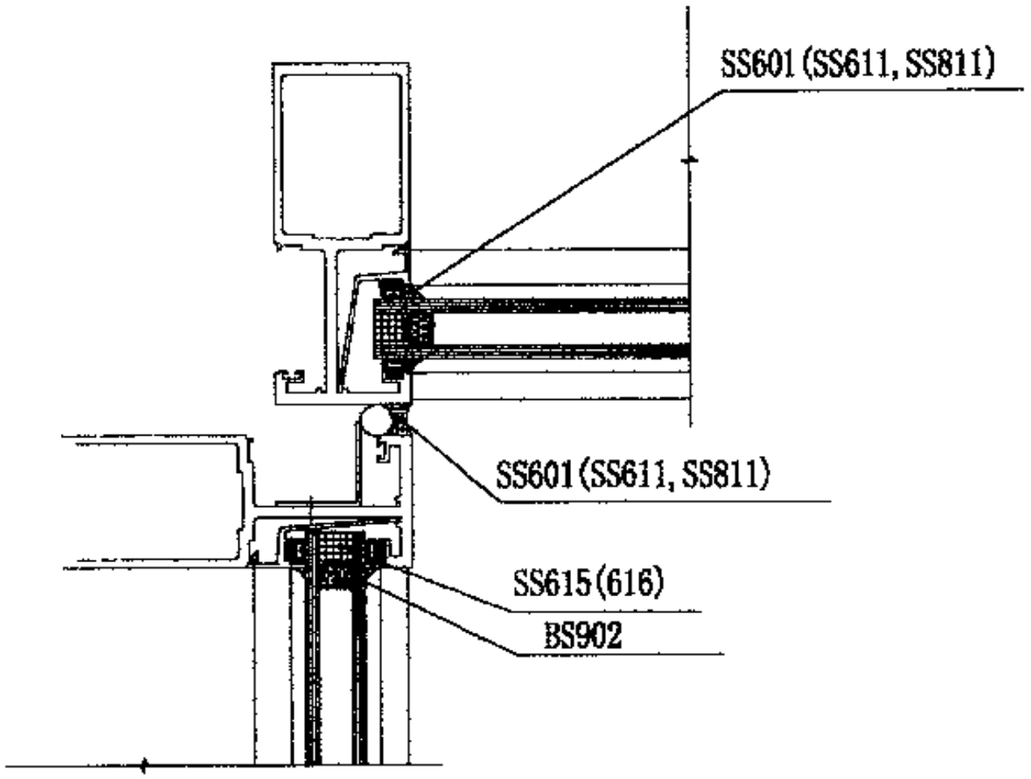
7. 断热型明框幕墙胶缝	图集号	01BY-101
	第 7 页	



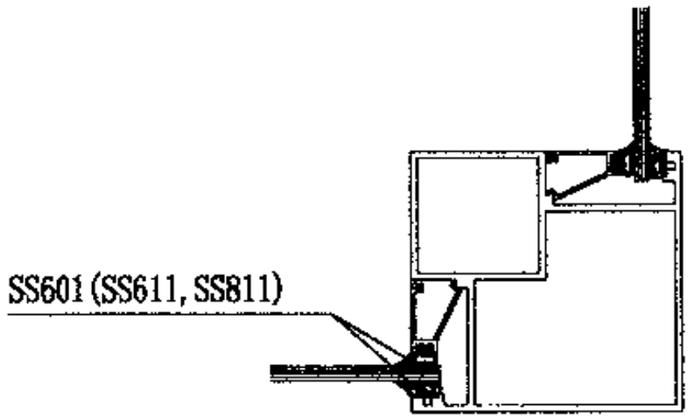
明框幕墙90°阴角胶缝



明框幕墙90°阴角胶缝

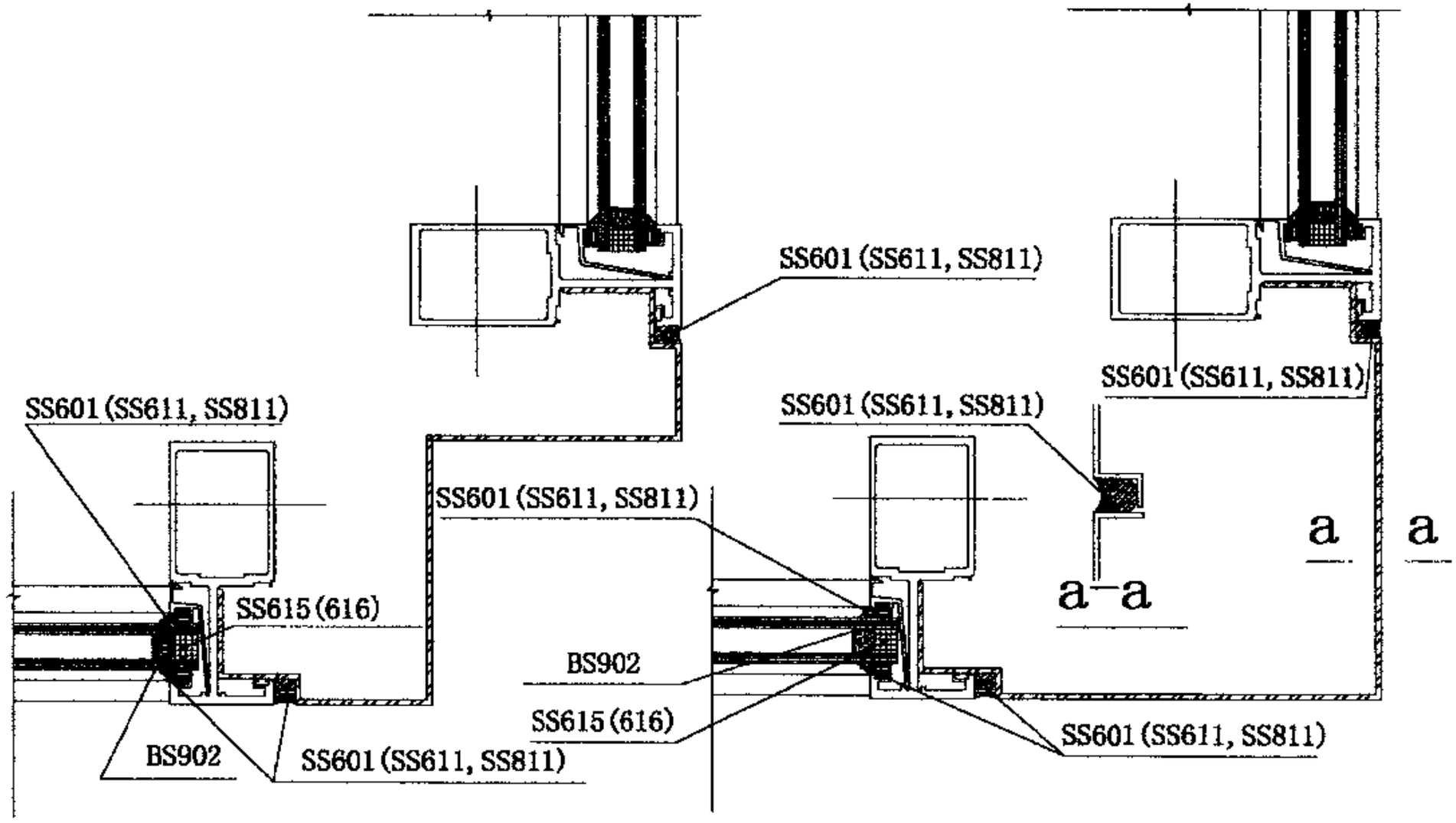


明框幕墙90°阴角胶缝

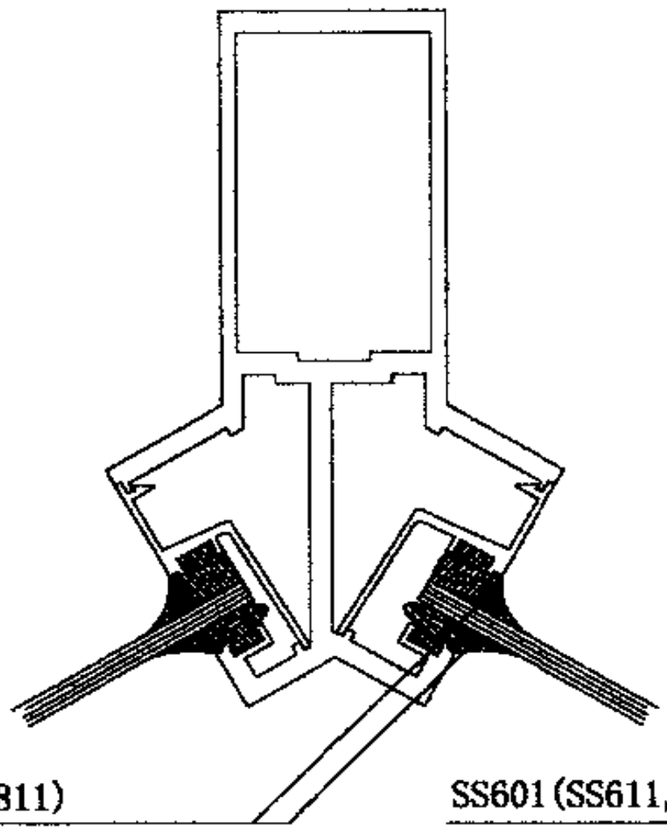


明框幕墙90°阳角胶缝

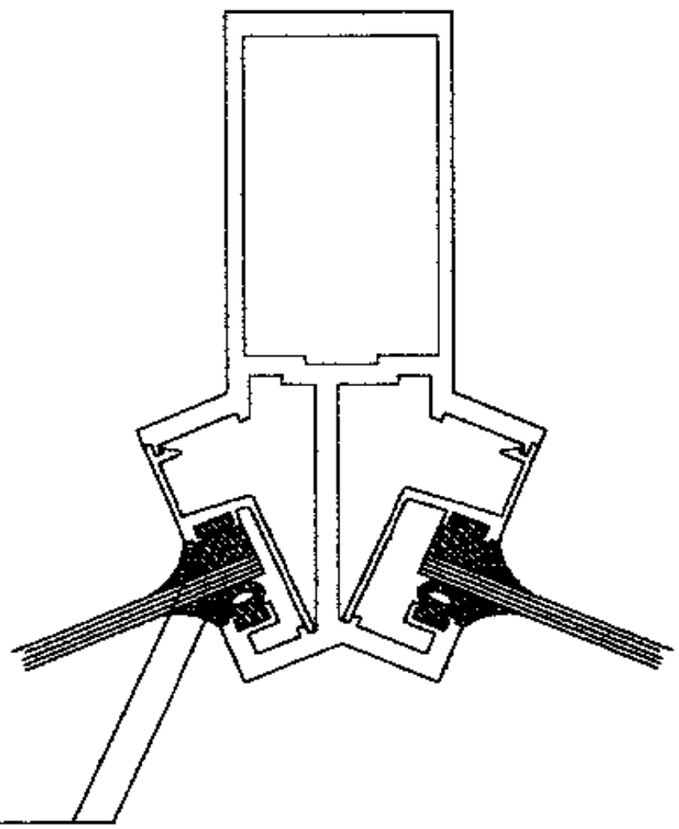
8. 明框幕墙90°阴角胶缝	图集号	01BY-101
	第	8 页



9. 明框幕墙90°阳角胶缝	图集号	01BY-101
	第 9 页	

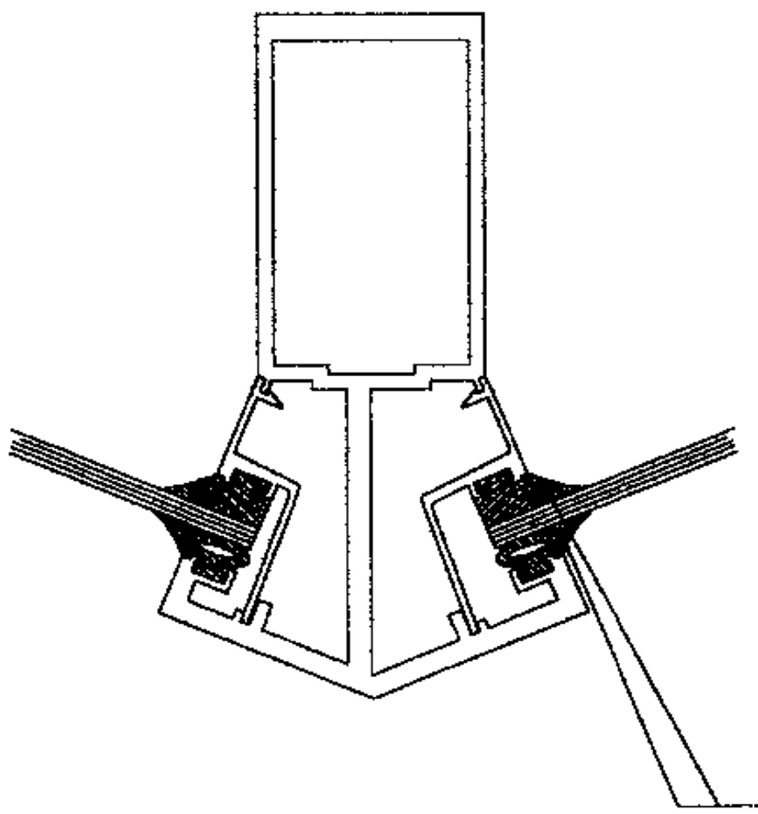


SS601 (SS611, SS811)

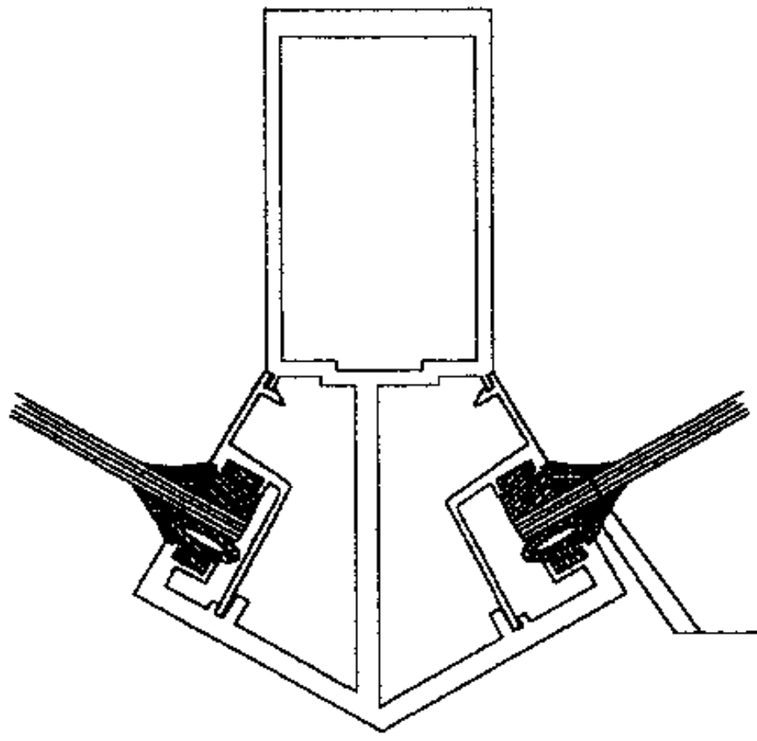


SS601 (SS611, SS811)

10. 明框幕墙任意转角凹角胶缝大样	图集号	01BY-101
	第	10 页

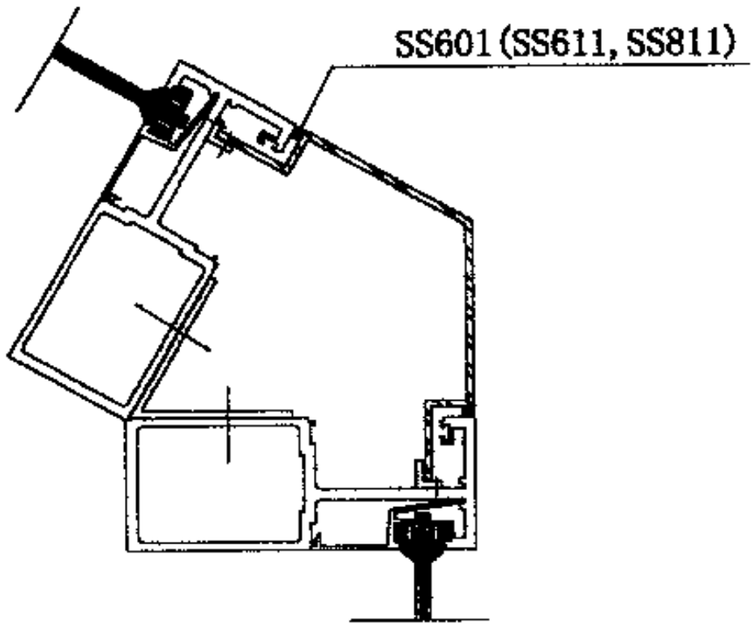


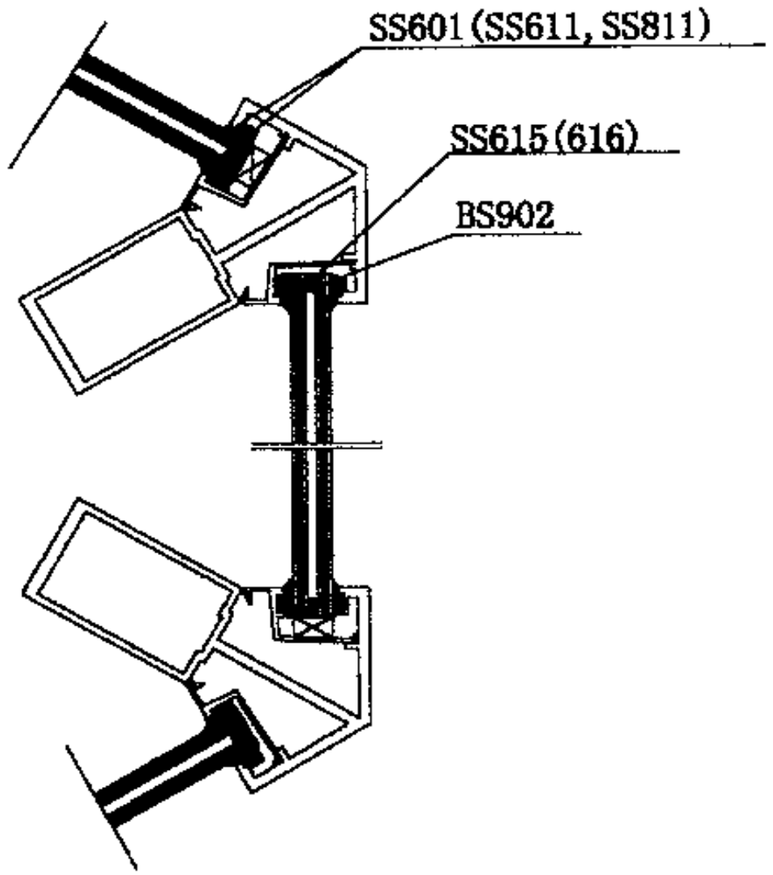
SS601(SS611, SS811)



SS601(SS611, SS811)

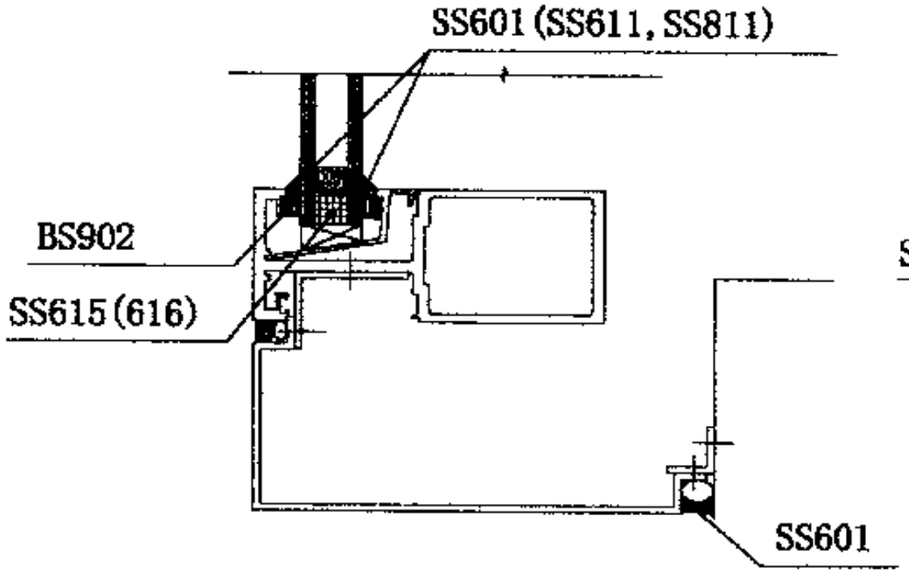
11. 明框幕墙任意转角凸角胶缝	图集号	01BY-101
	第 11 页	

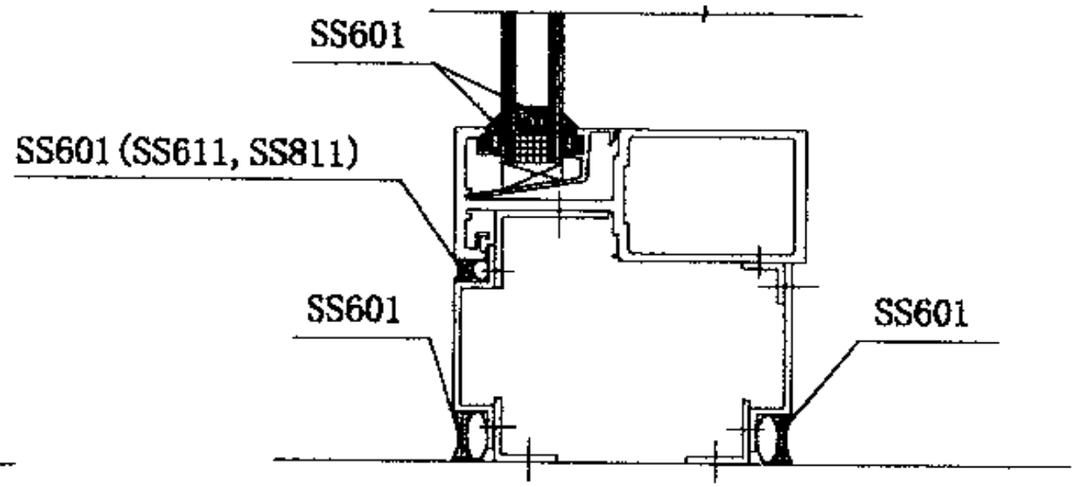


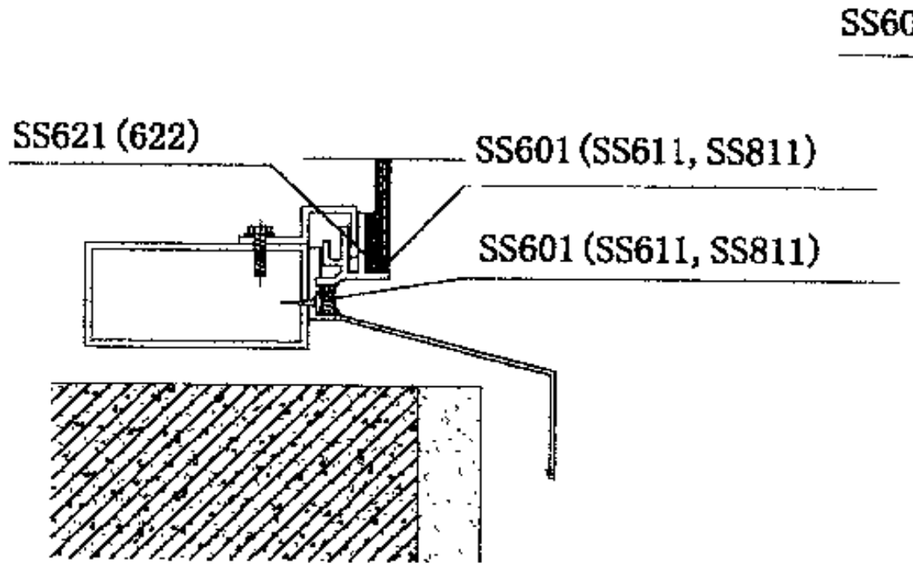


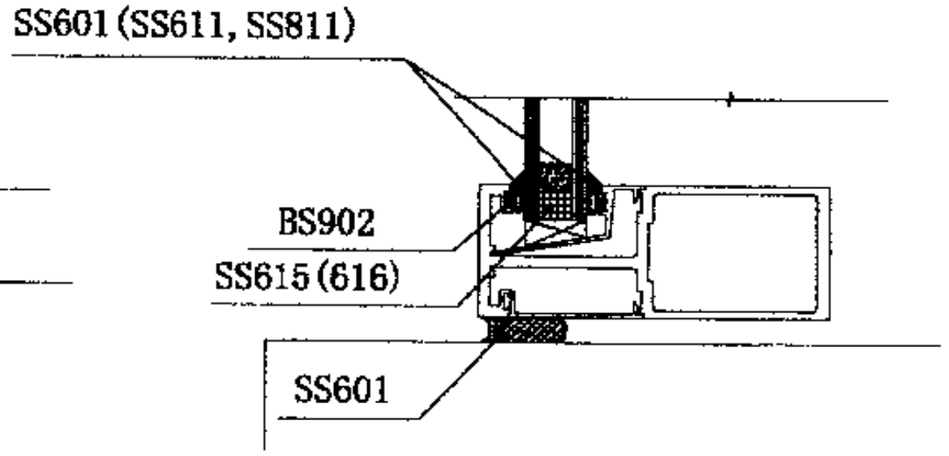
12. 明框幕墙横框转角胶缝

图集号	01BY-101
第	12 页



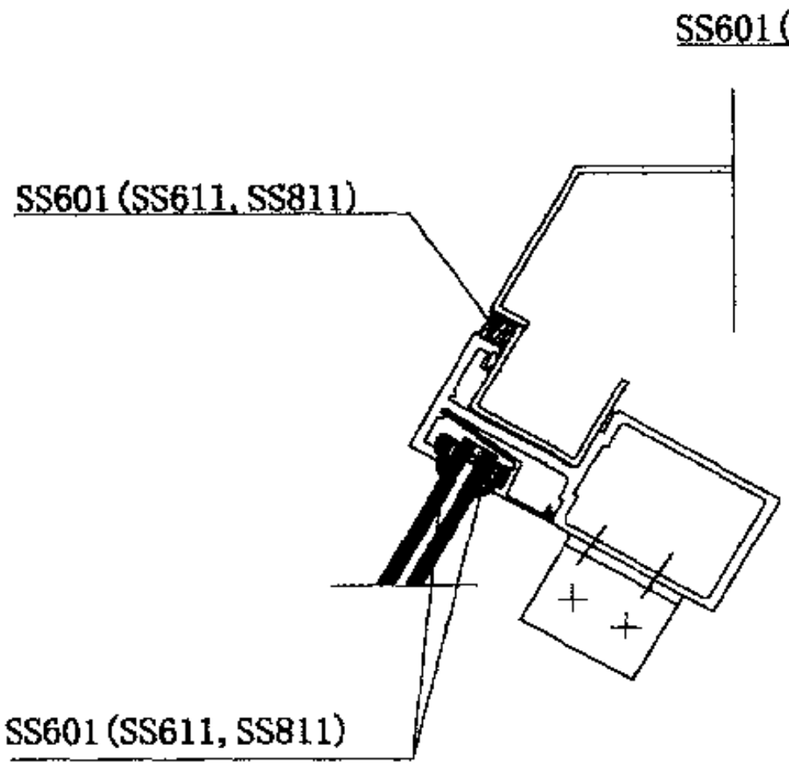


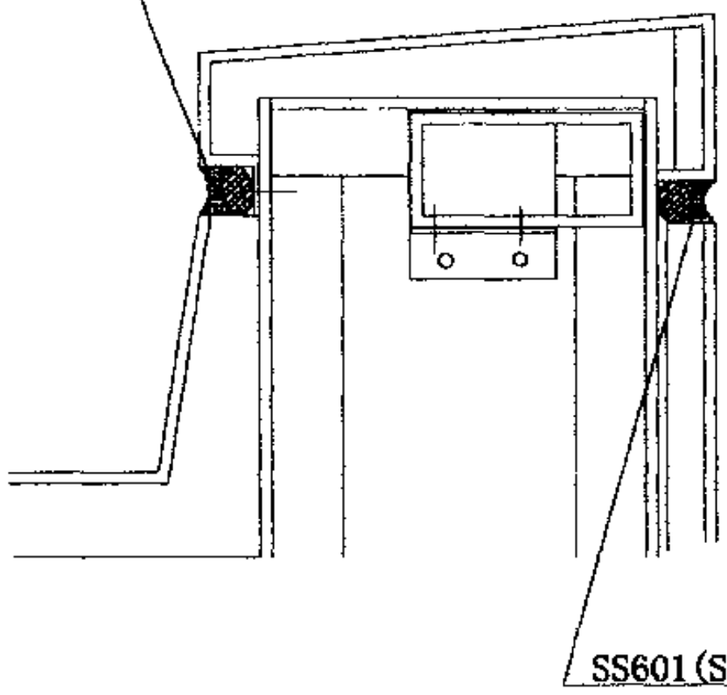




13. 明框幕墙端部收口胶缝

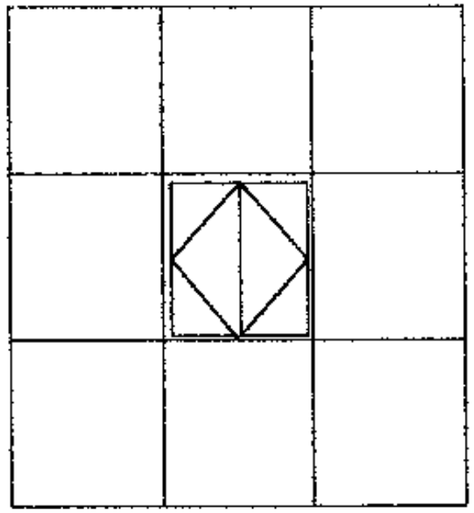
图集号	01BY-101
第	13 页

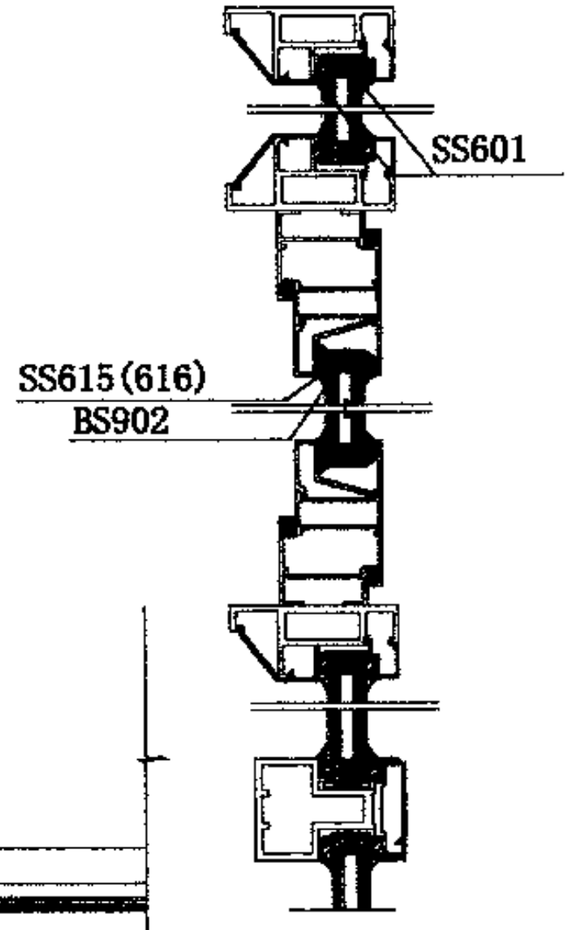


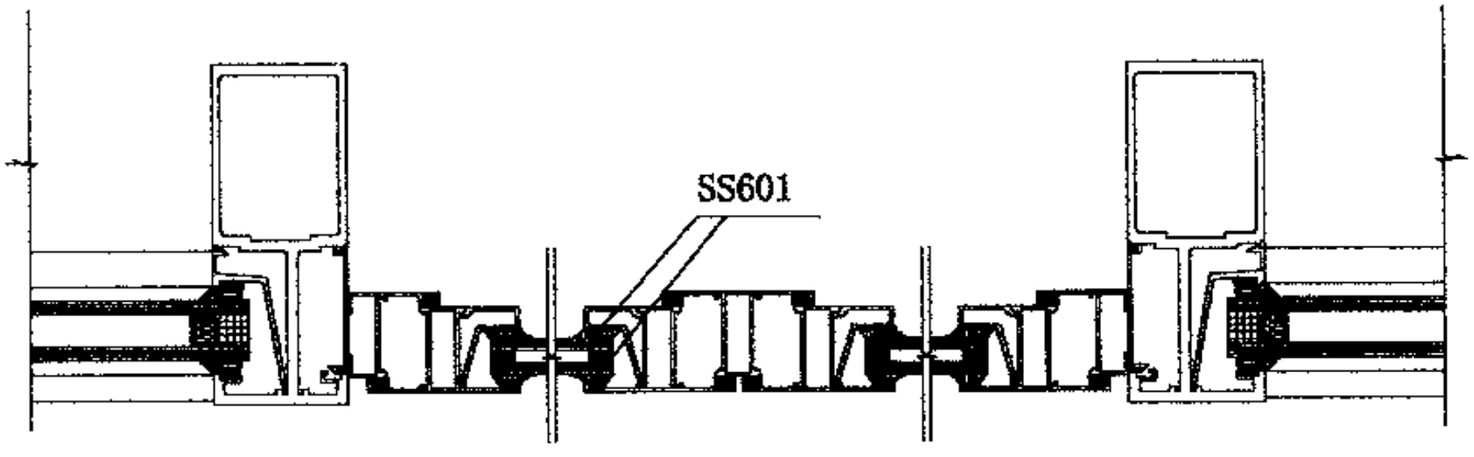


14. 明框幕墙顶部收口胶缝

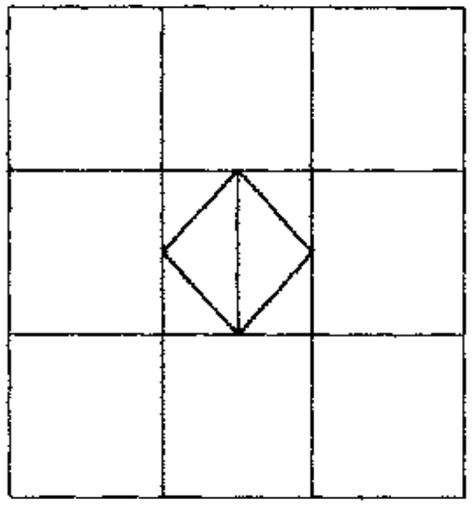
图集号	01BY-101
第	14 页

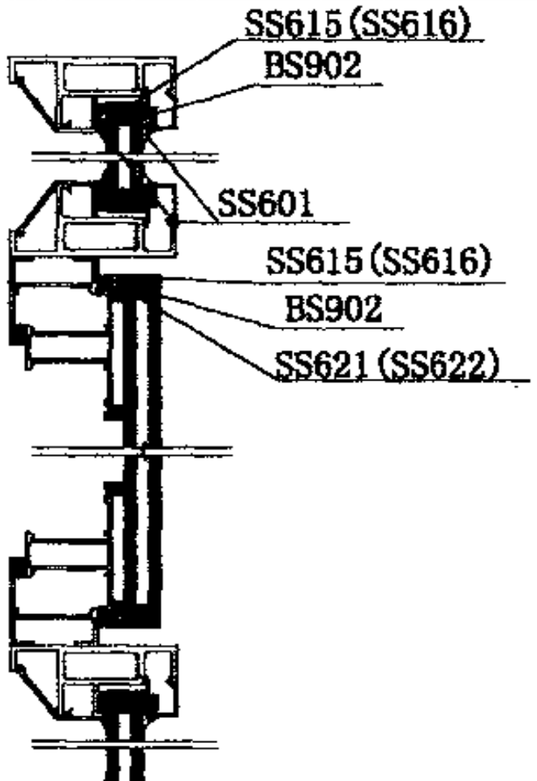


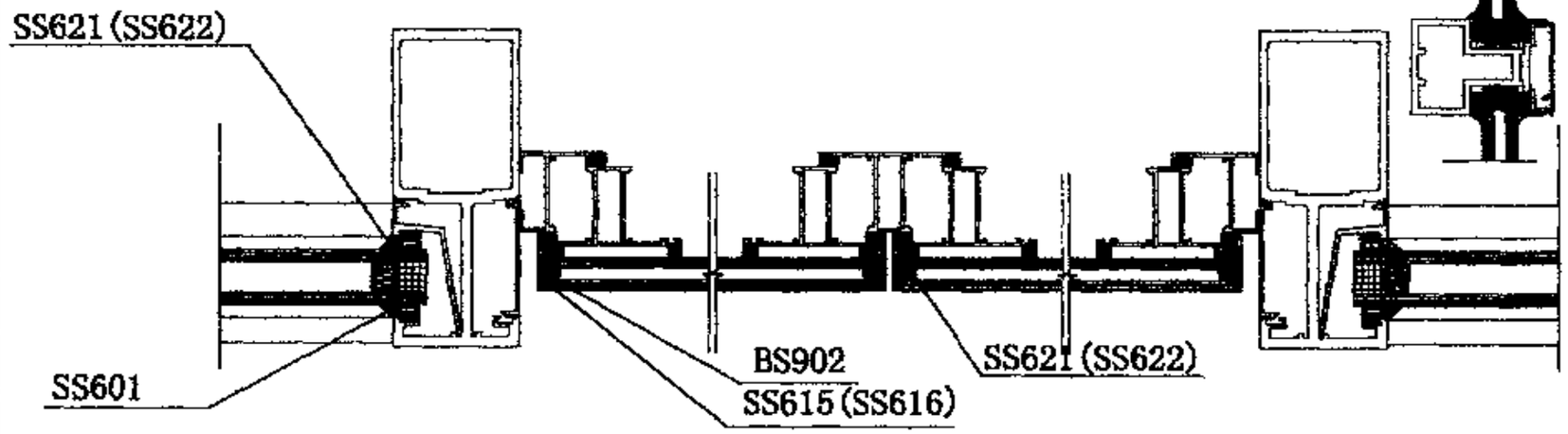




15.明框幕墙(明框开启扇)胶缝	图集号	01BY-101
	第 15 页	

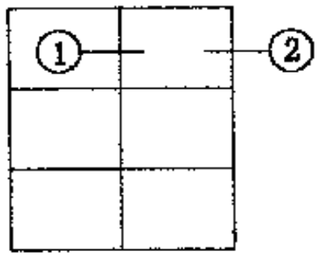


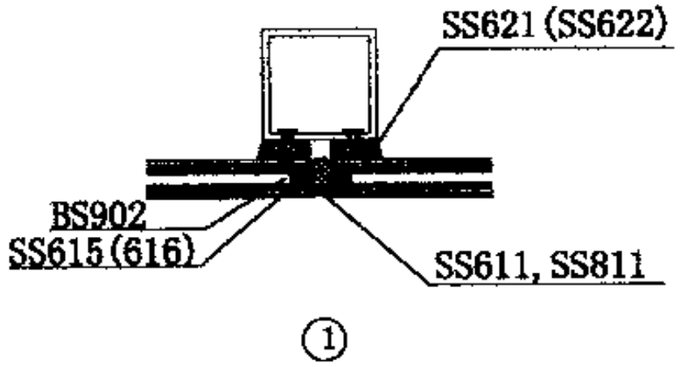




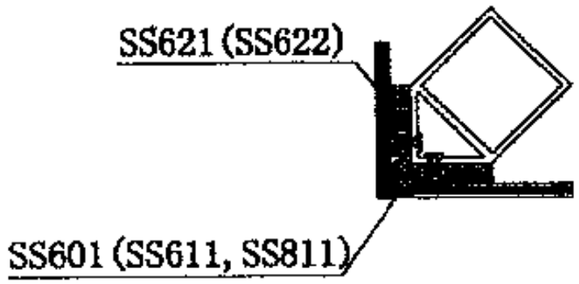
16. 明框幕墙(隐框开启扇)胶缝

图集号	01BY-101
第	16 页

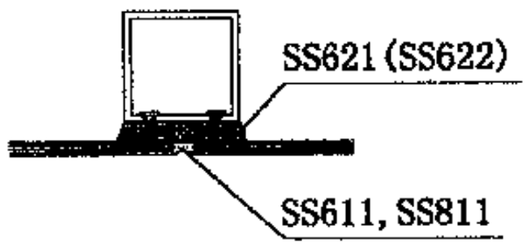




①

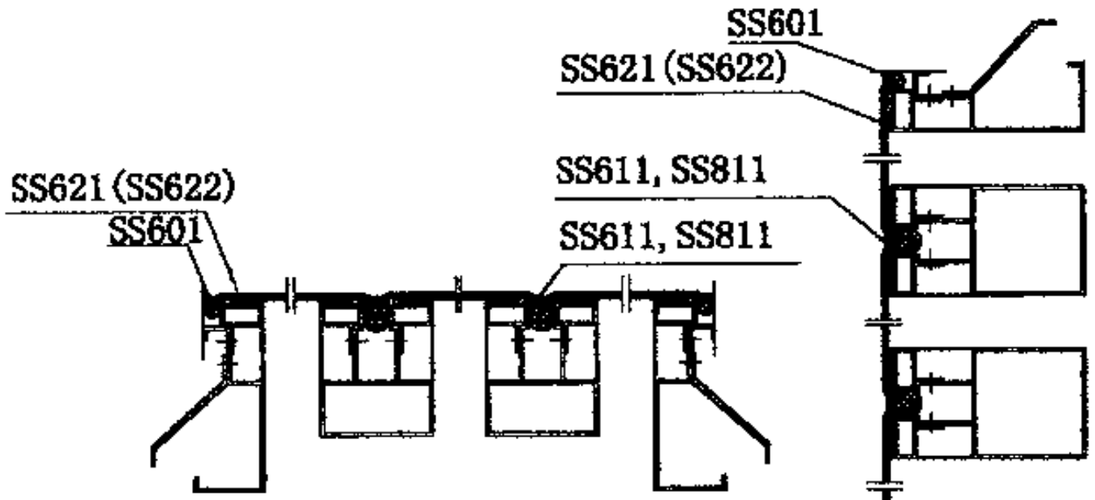


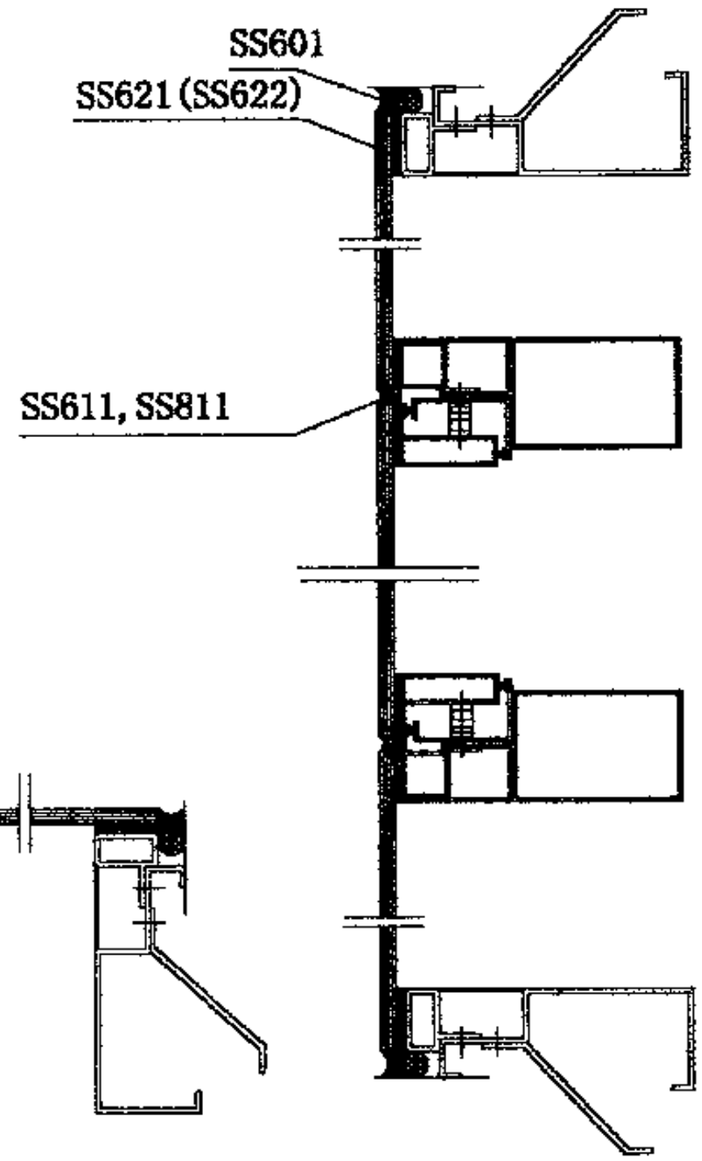
②

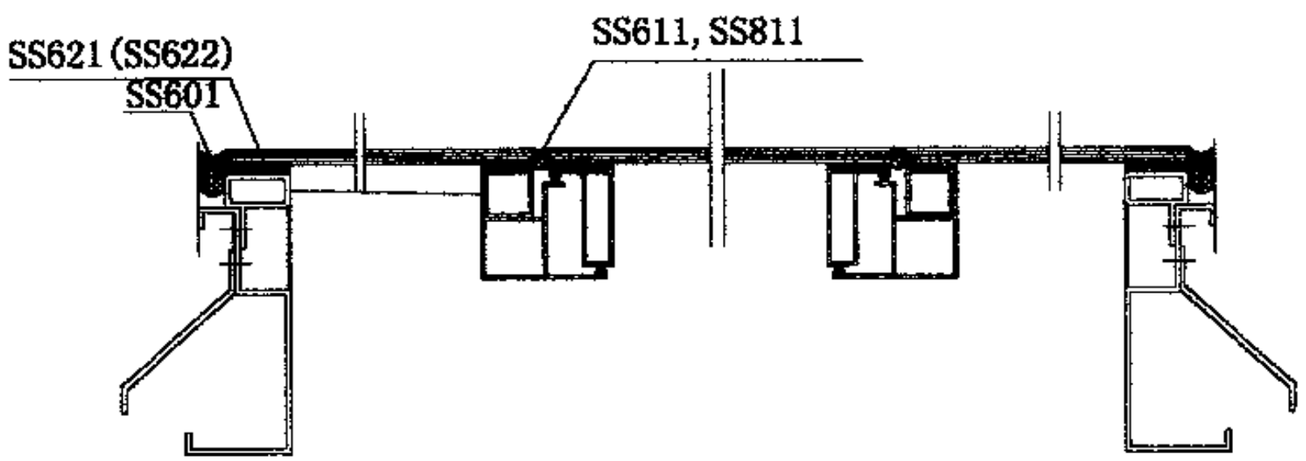


①

1. 整体式隐框幕墙胶缝	图集号	01BY-101
	第 17 页	

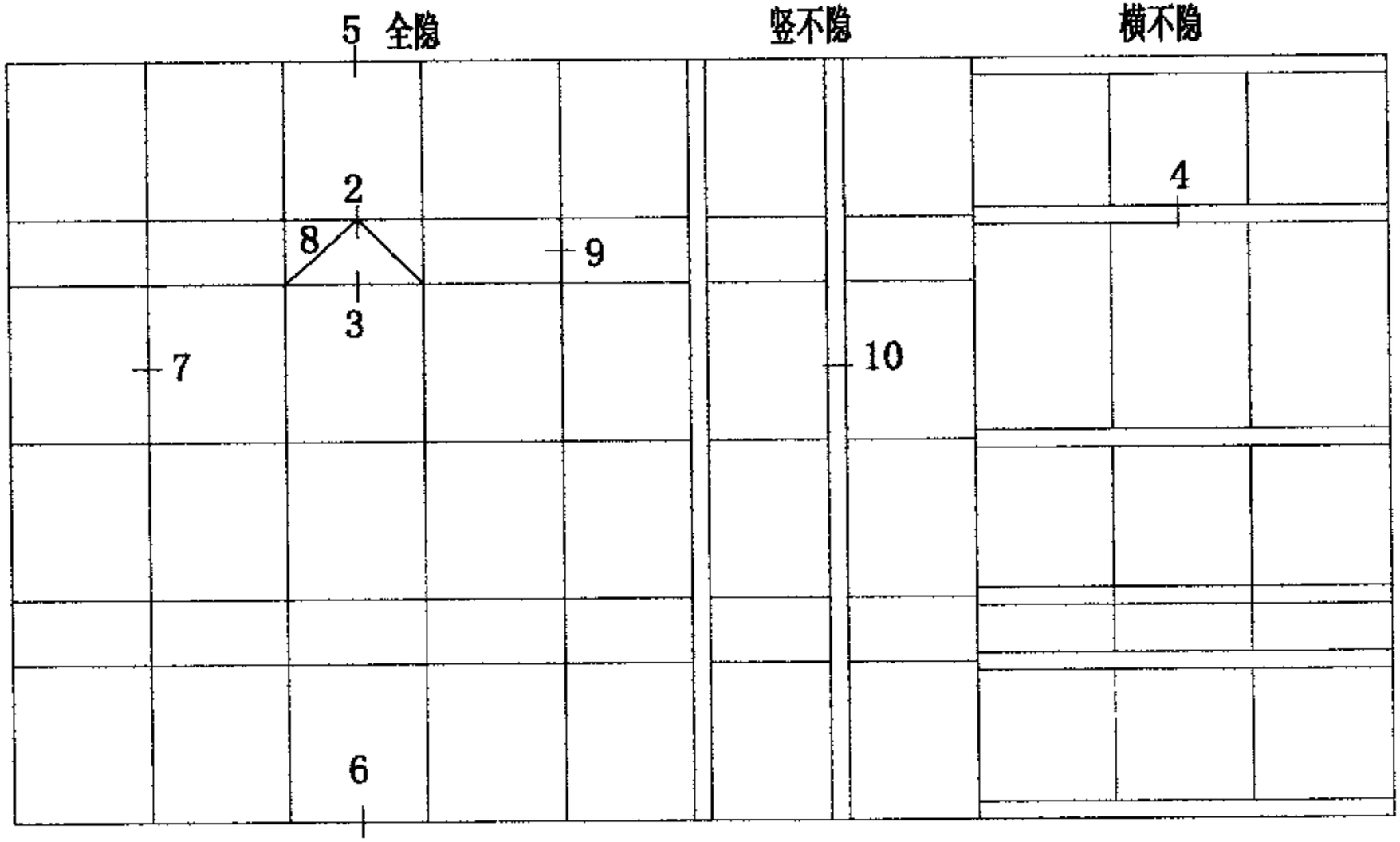




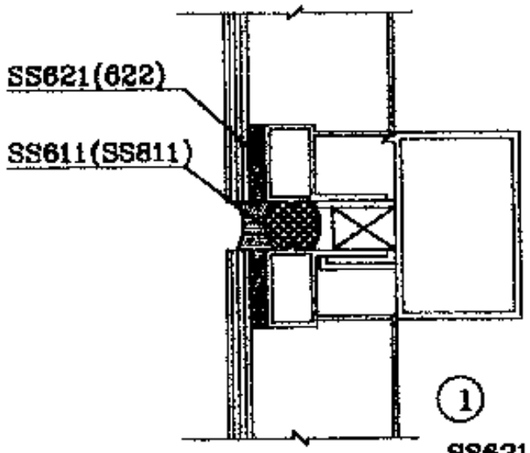


2. 内嵌式隐框幕墙胶缝

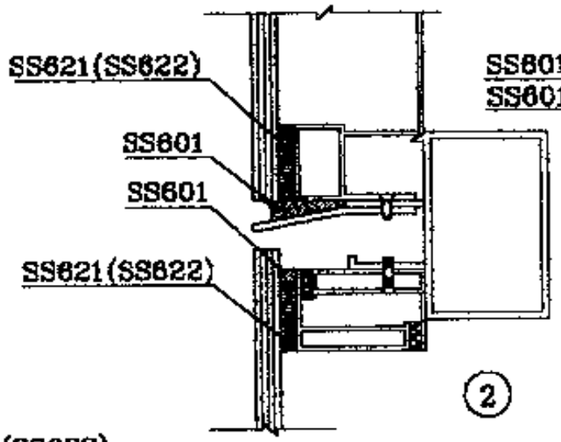
图集号	01BY-101
第	18 页



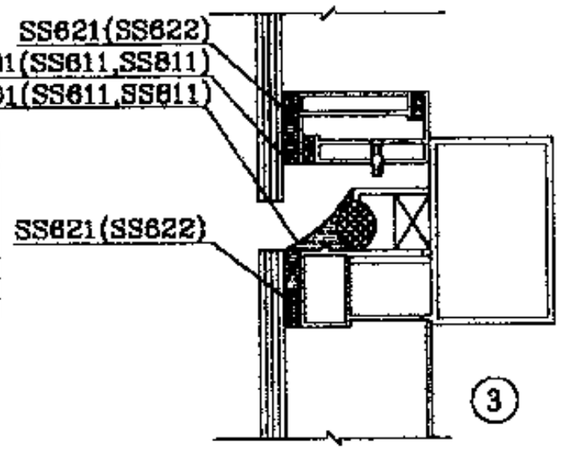
3. 外扣式隐框幕墙胶缝 ①	图集号	01BY-101
	第 19 页	



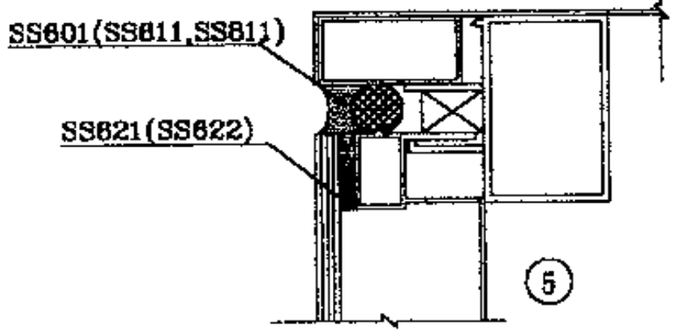
①



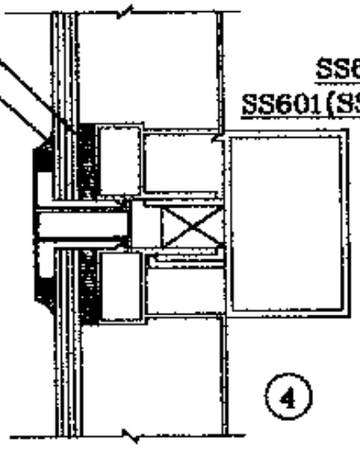
②



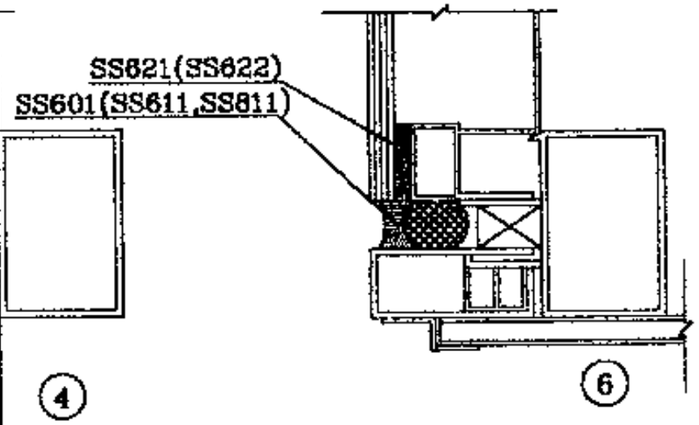
③



⑤

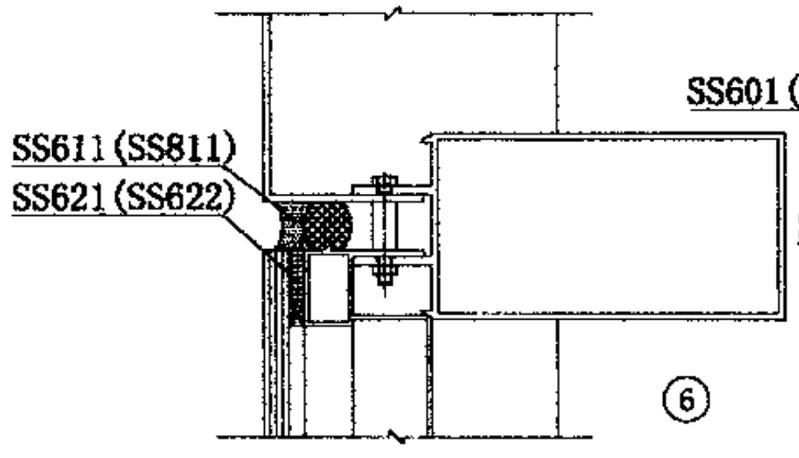


④

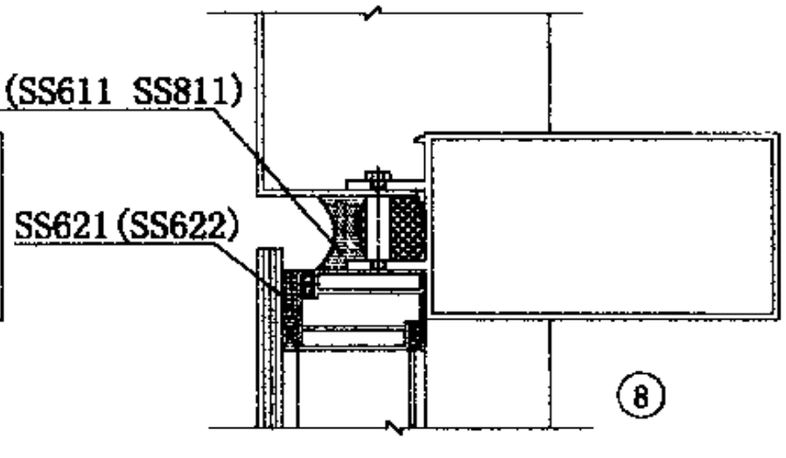


⑥

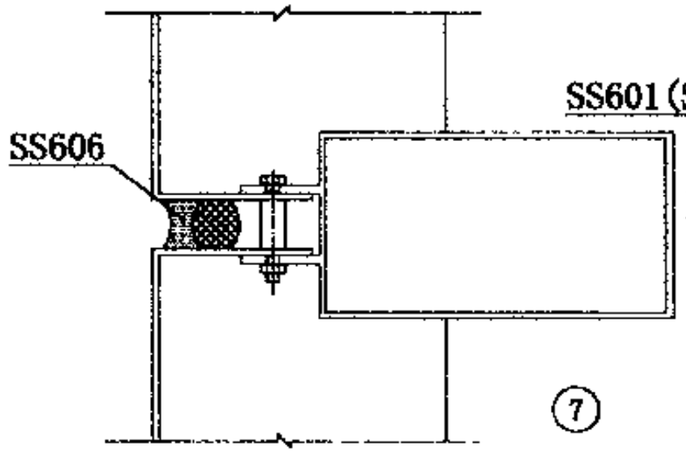
外扣式隐框幕墙胶缝 ②	图集号	01BY-101
	第	20 页



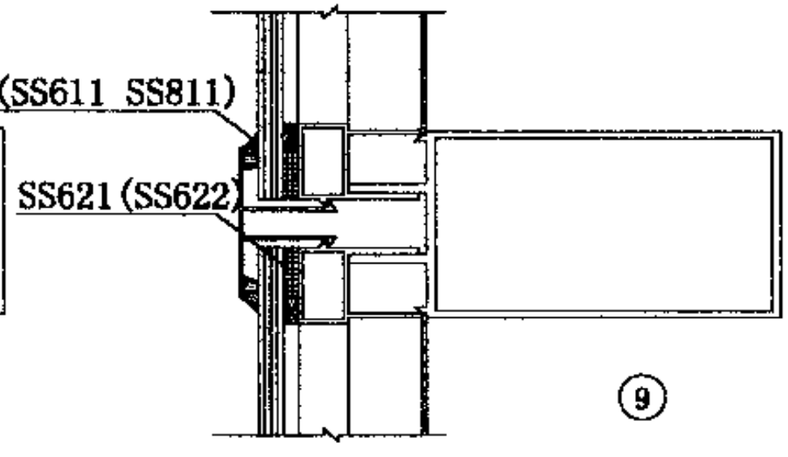
⑥



⑧

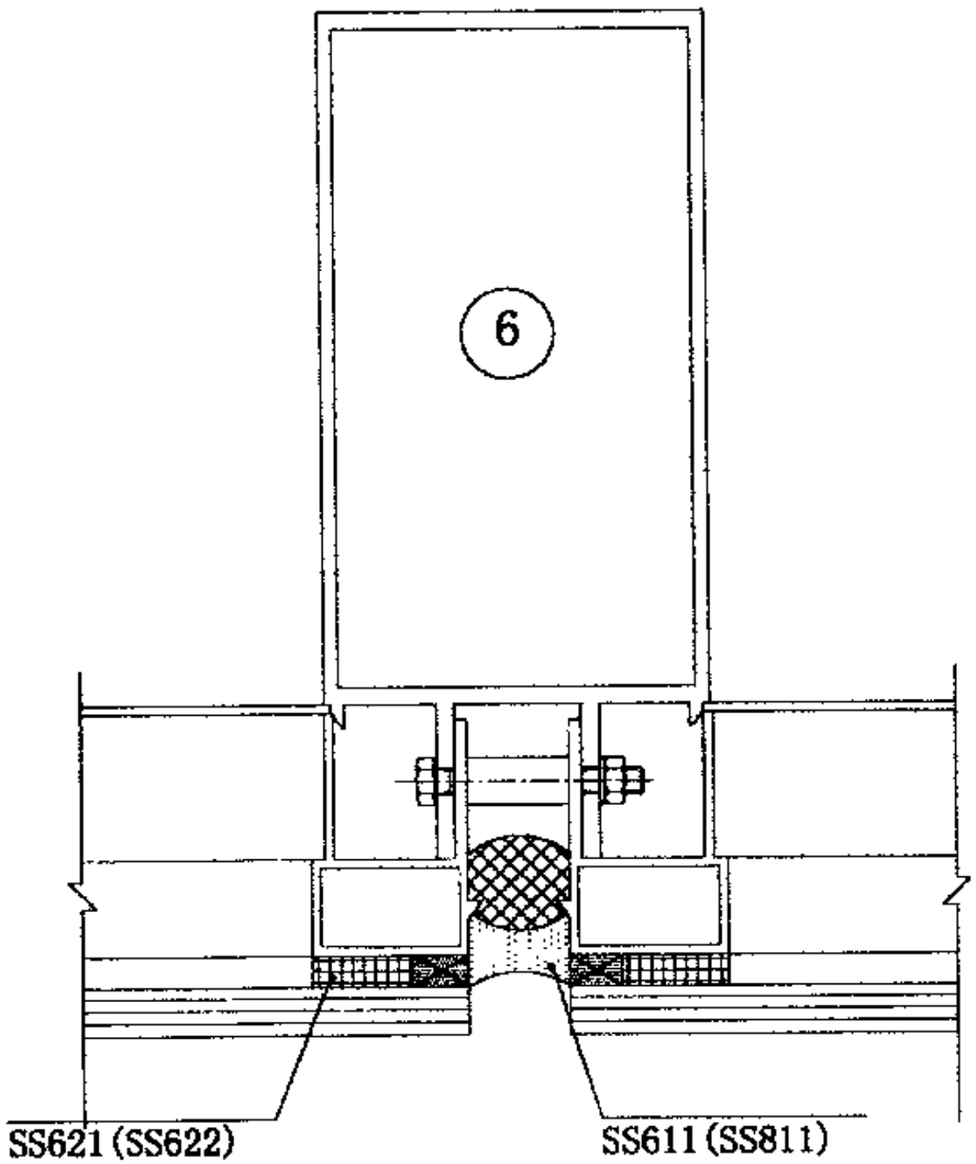


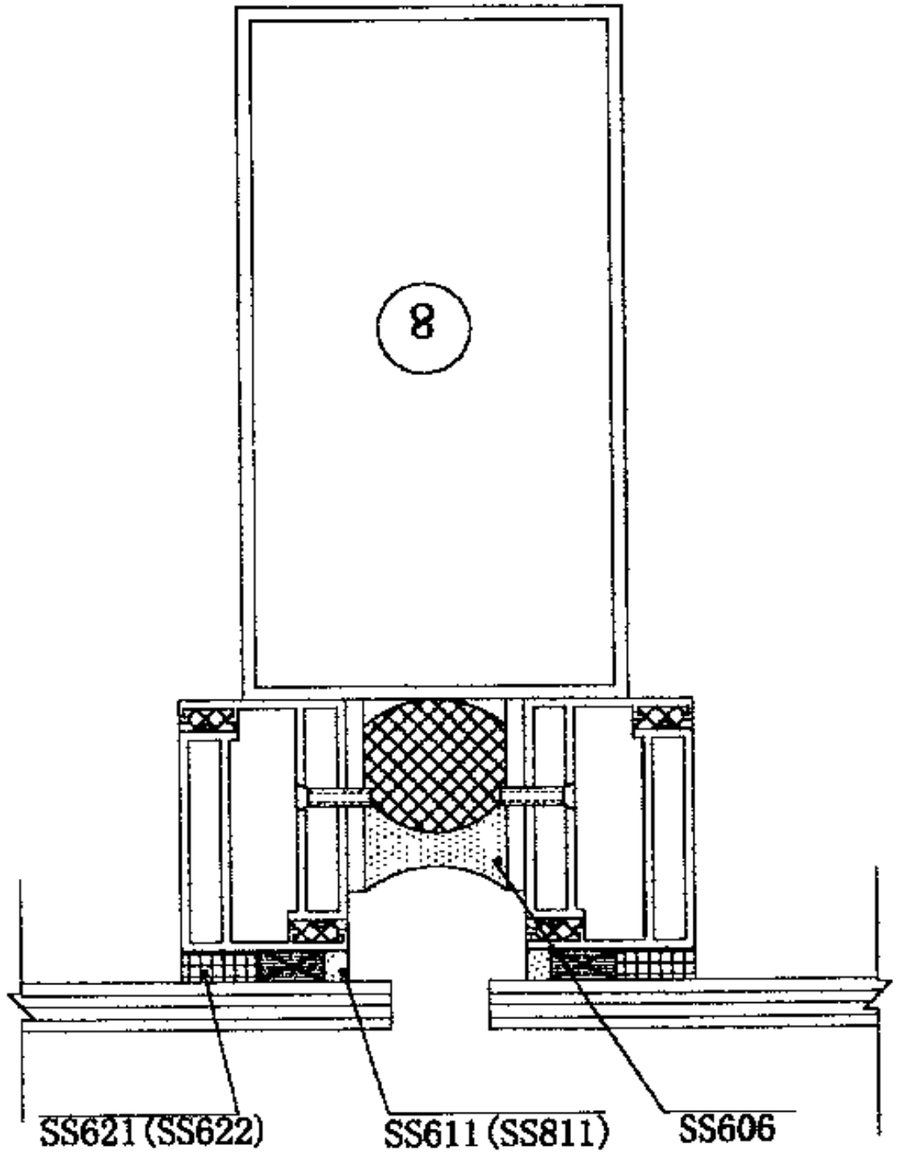
⑦



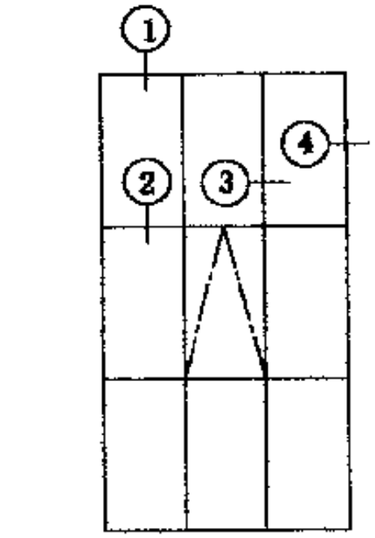
⑨

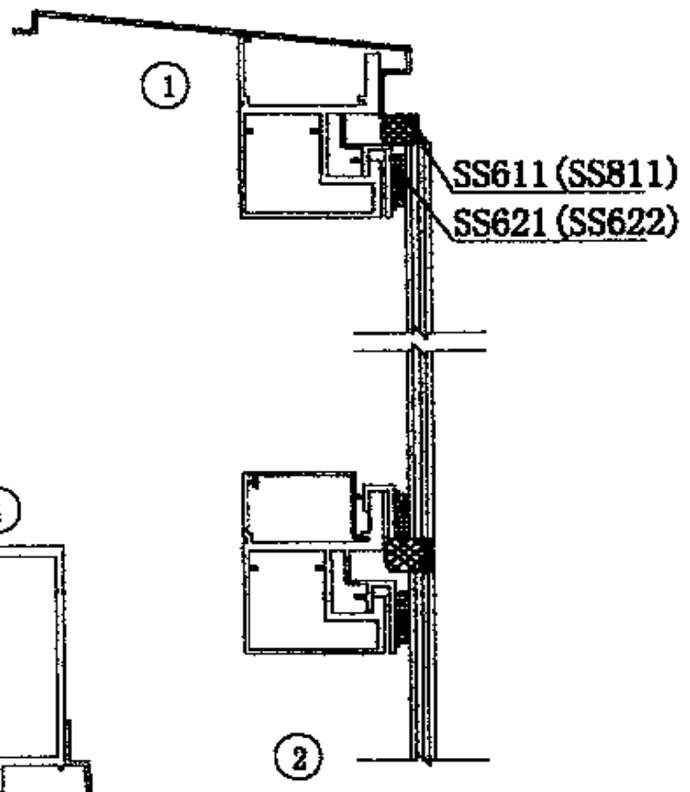
外扣式隐框幕墙胶缝 ③	图集号	01BY-101
	第 21 页	

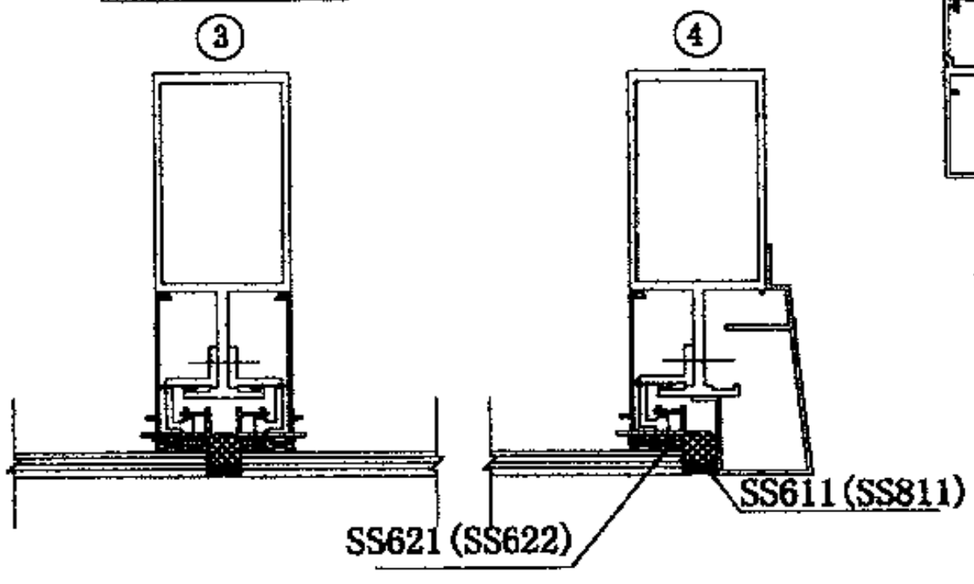




外扣式隐框幕墙胶缝 ④	图集号	01BY-101
	第 22 页	

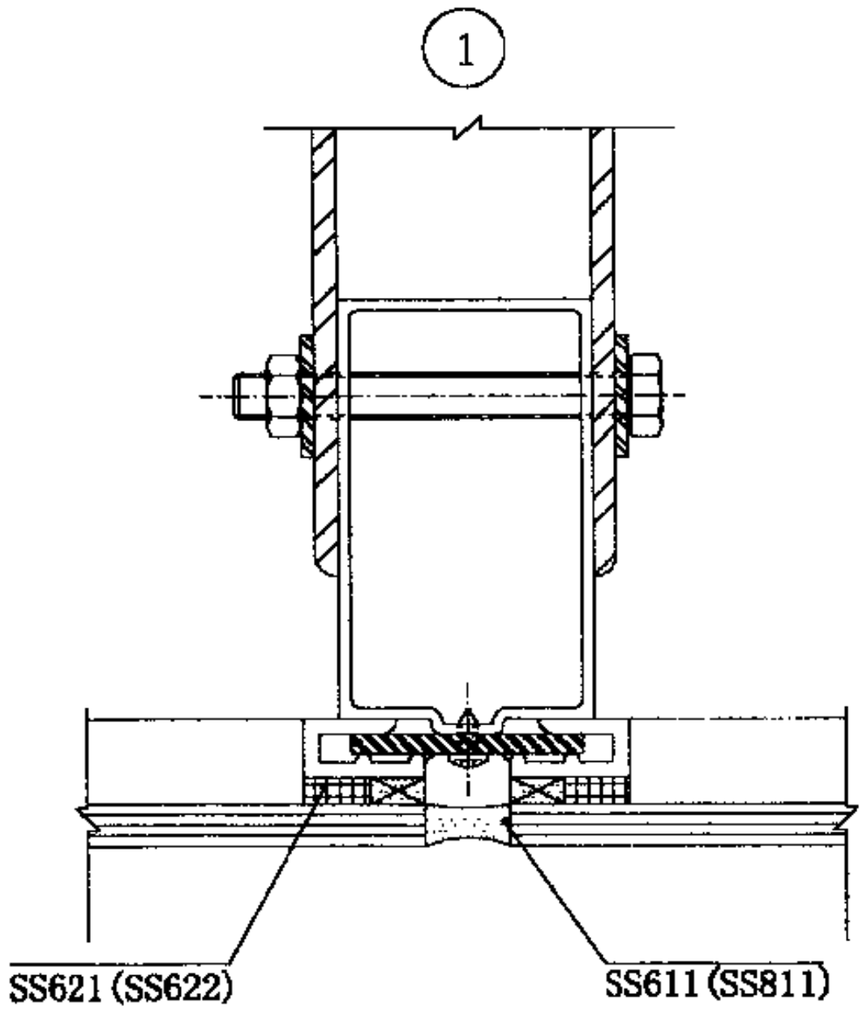




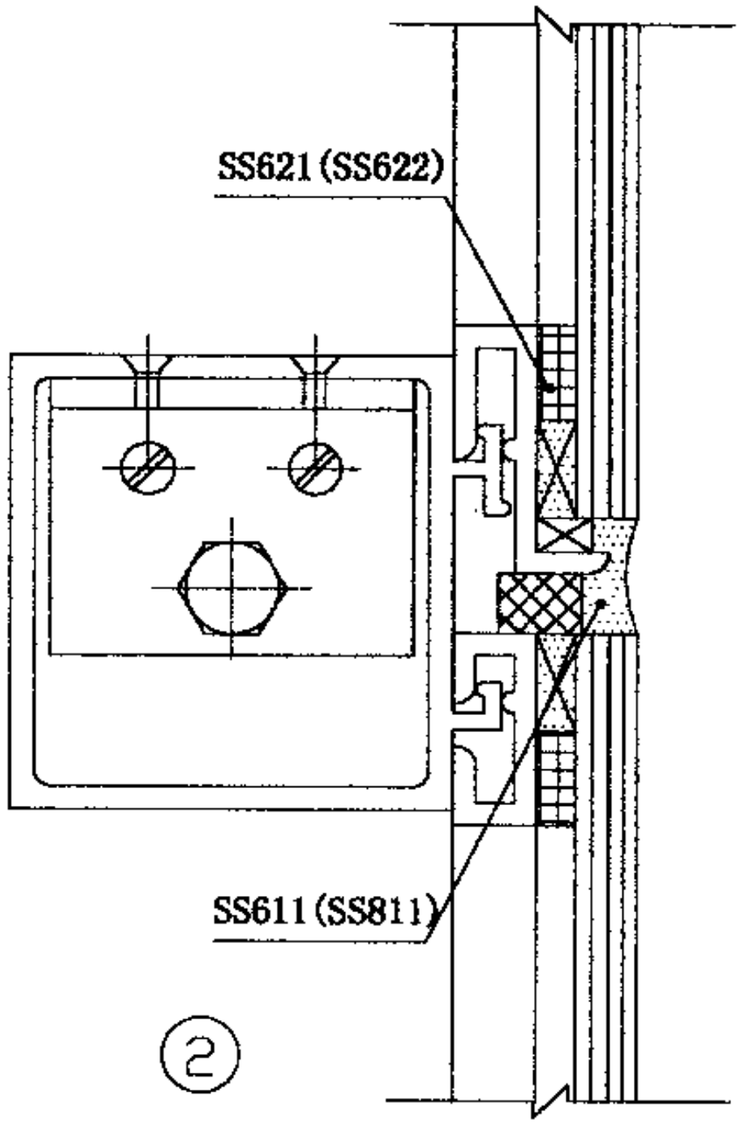


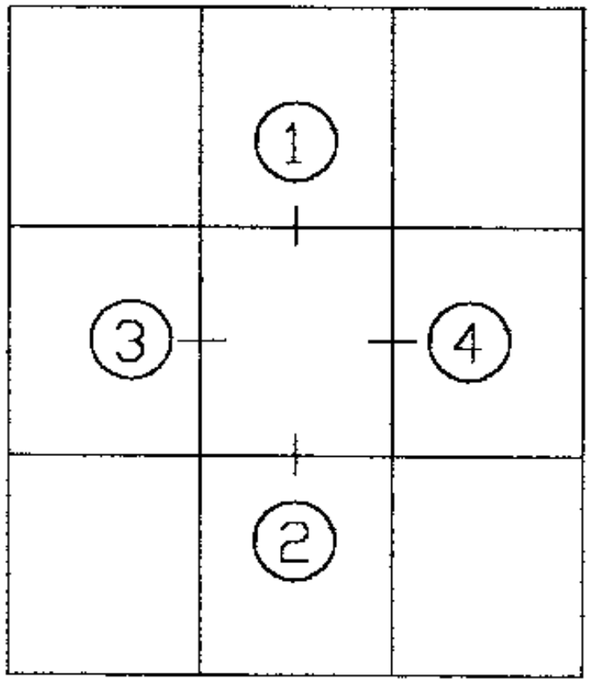
4. 外挂内装固定式隐框幕墙胶缝

图集号	01BY-101
第	23 页

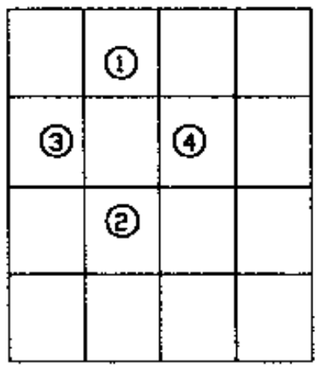


5. 外挂外装固定式隐框幕墙胶缝（一）①	图集号	01BY-101
	第 24 页	

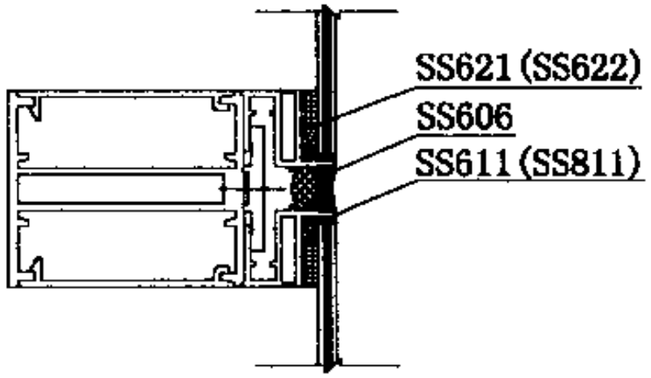




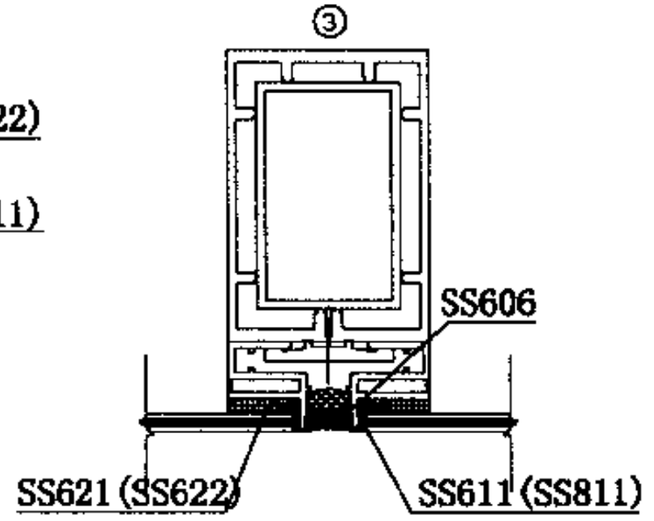
外挂外装固定式隐框幕墙胶缝（一）②	图集号	01BY-101
	第 25 页	



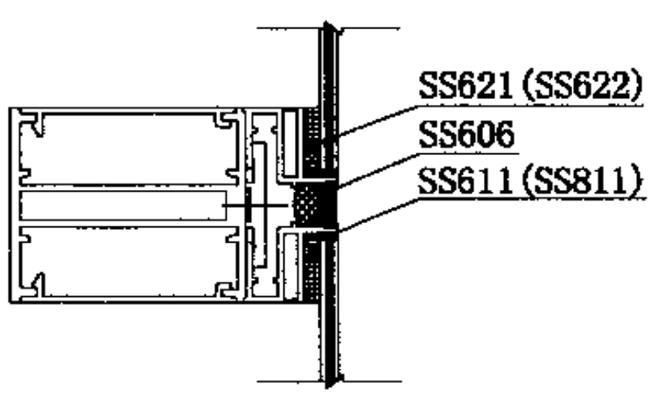
①



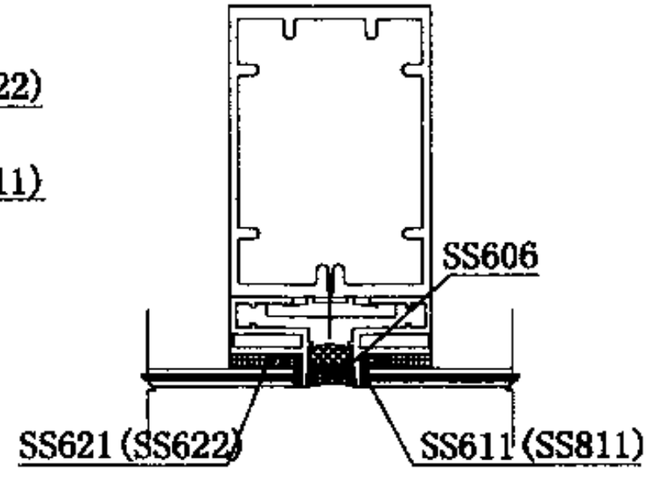
③



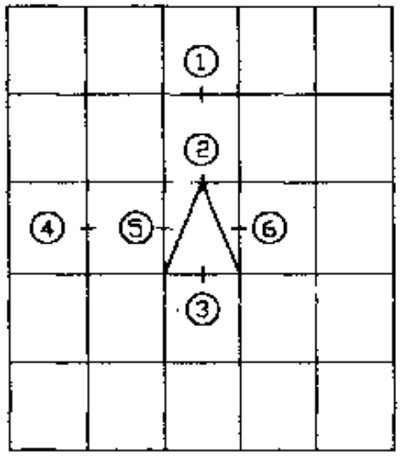
②



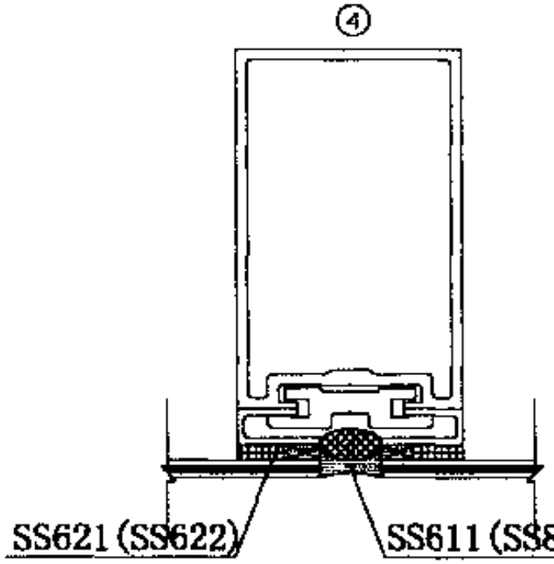
④



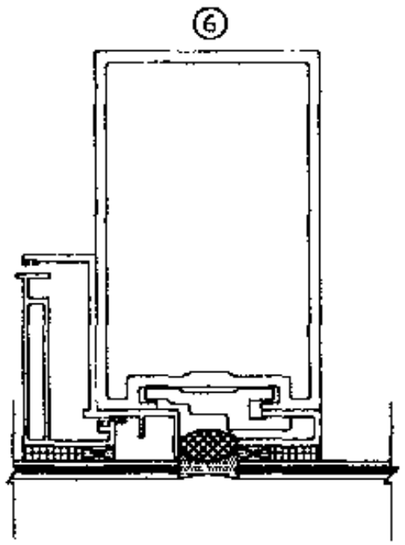
6. 外挂外装固定式隐框幕墙胶缝（二）①	图集号	01BY-101
	第	26 页



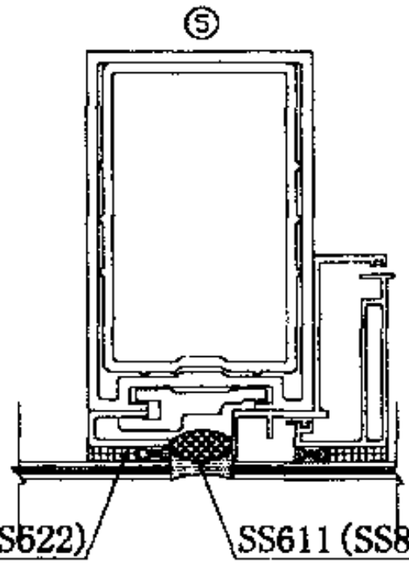
④



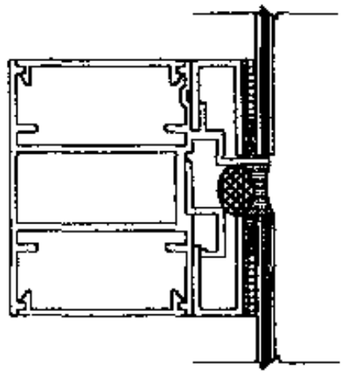
⑥



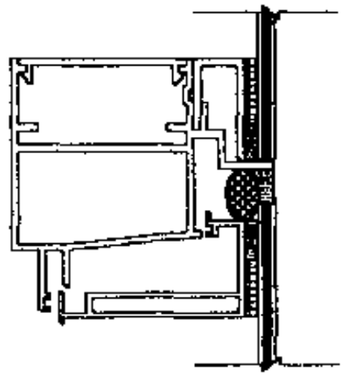
⑤



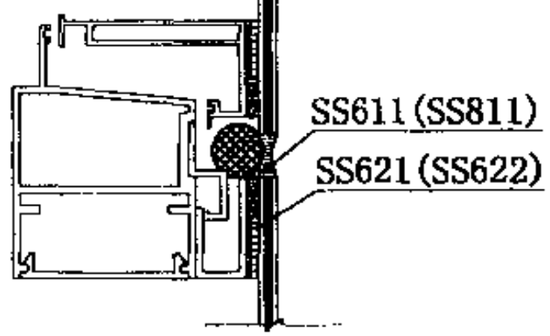
①



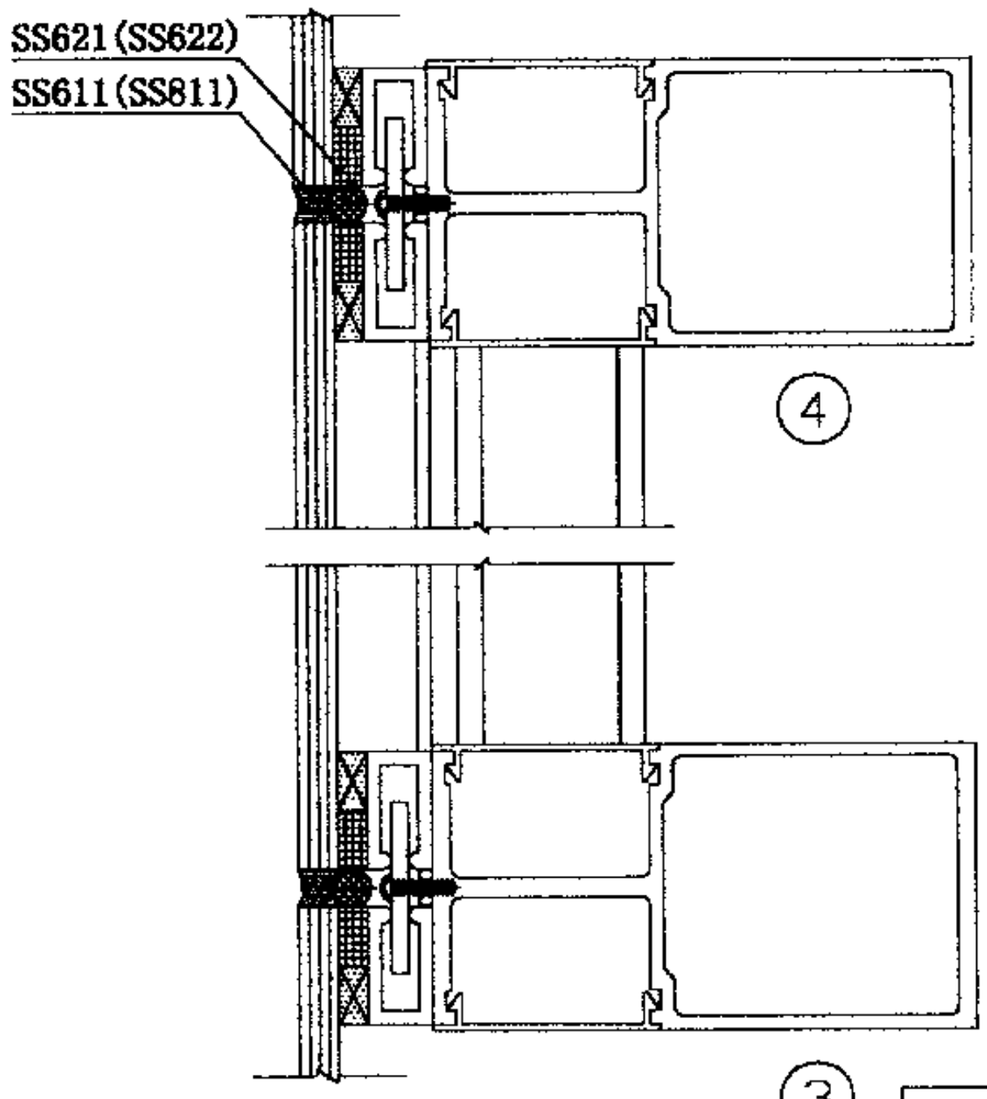
②



③

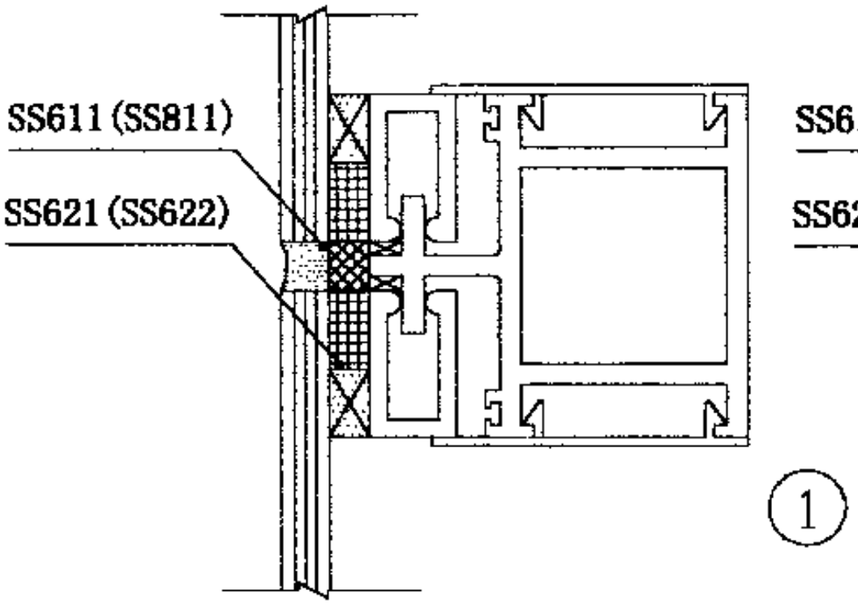


外挂外装固定式隐框幕墙胶缝（二）②	图集号	01BY-101
	第 27 页	

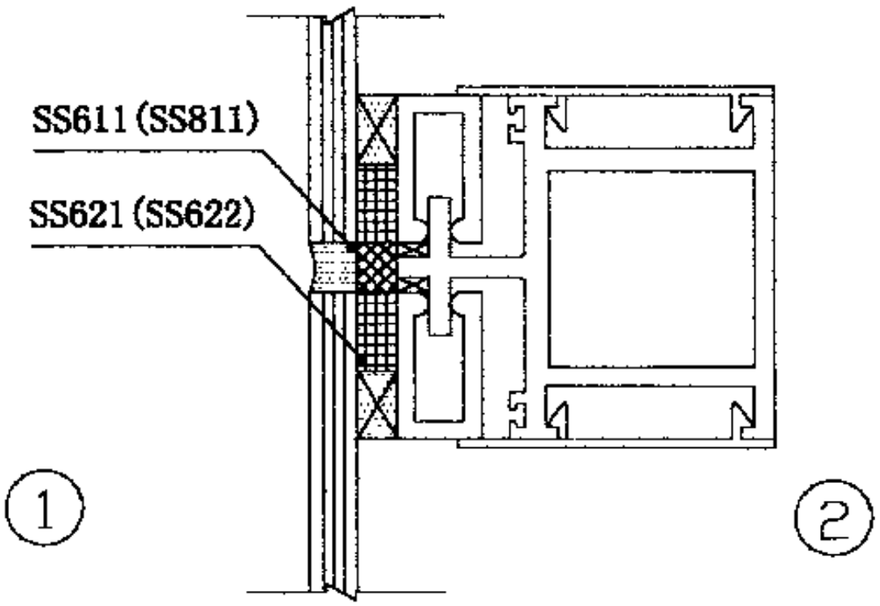


7. 外顿外装固定式隐框幕墙胶缝①

图集号	01BY-101
第	28 页

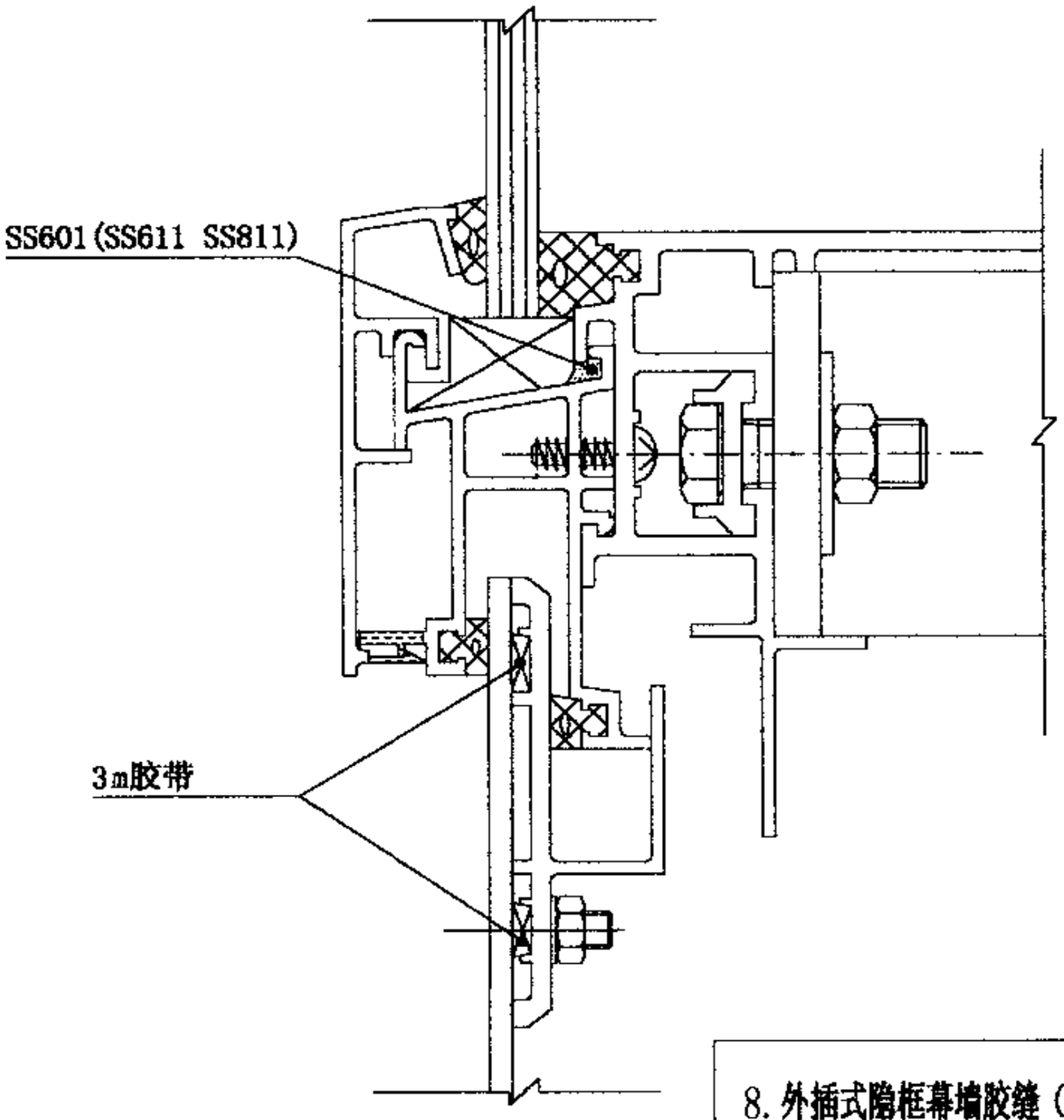


①



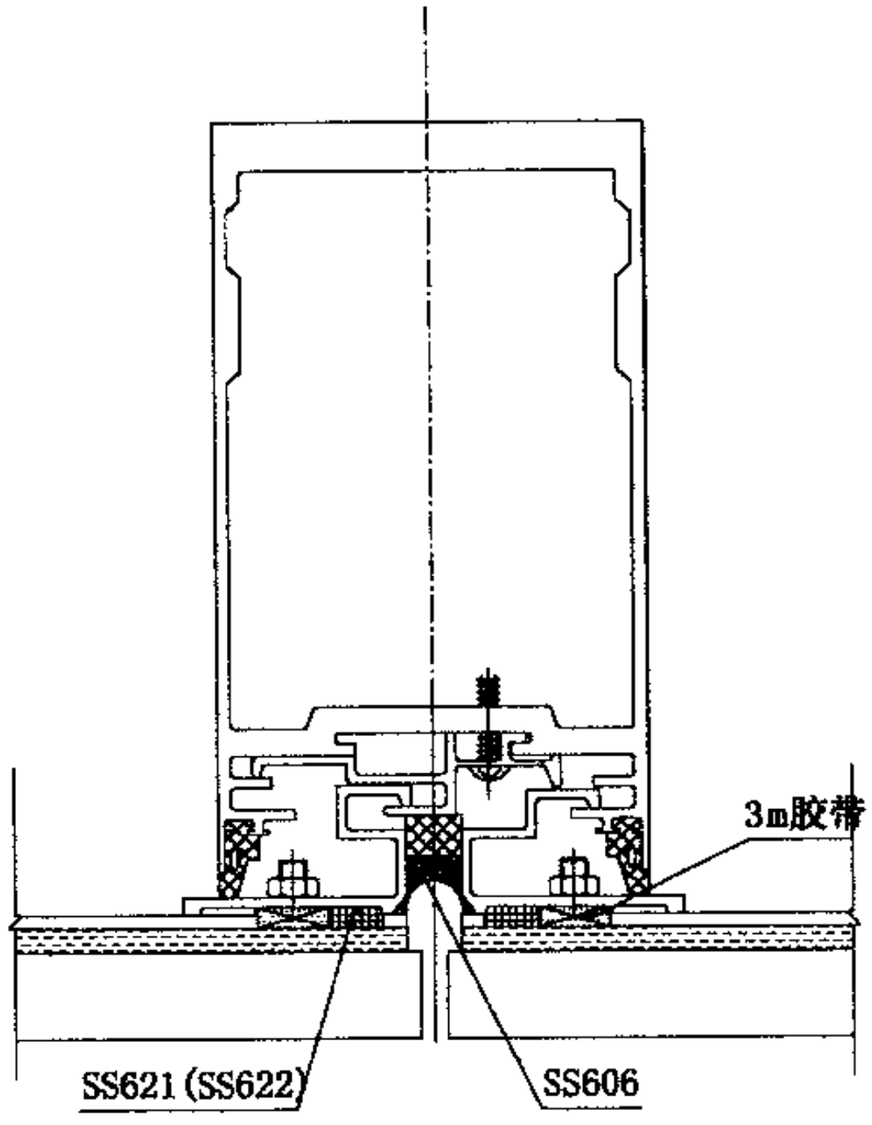
②

外顿外装固定式隐框幕墙胶缝 ②	图集号	01BY-101
	第 29 页	

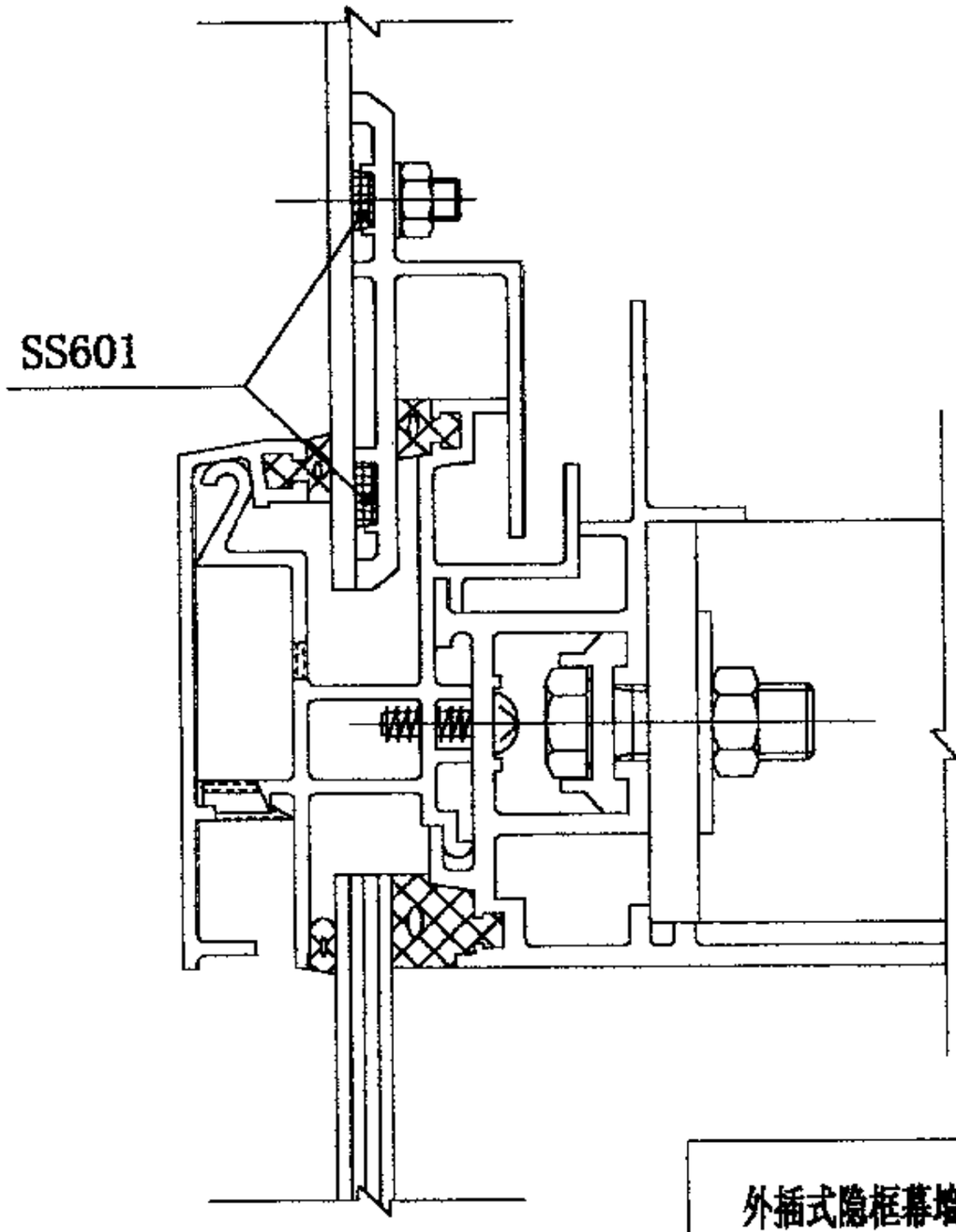


8. 外插式隐框幕墙胶缝（一）①

图集号	01BY-101
第	30 页

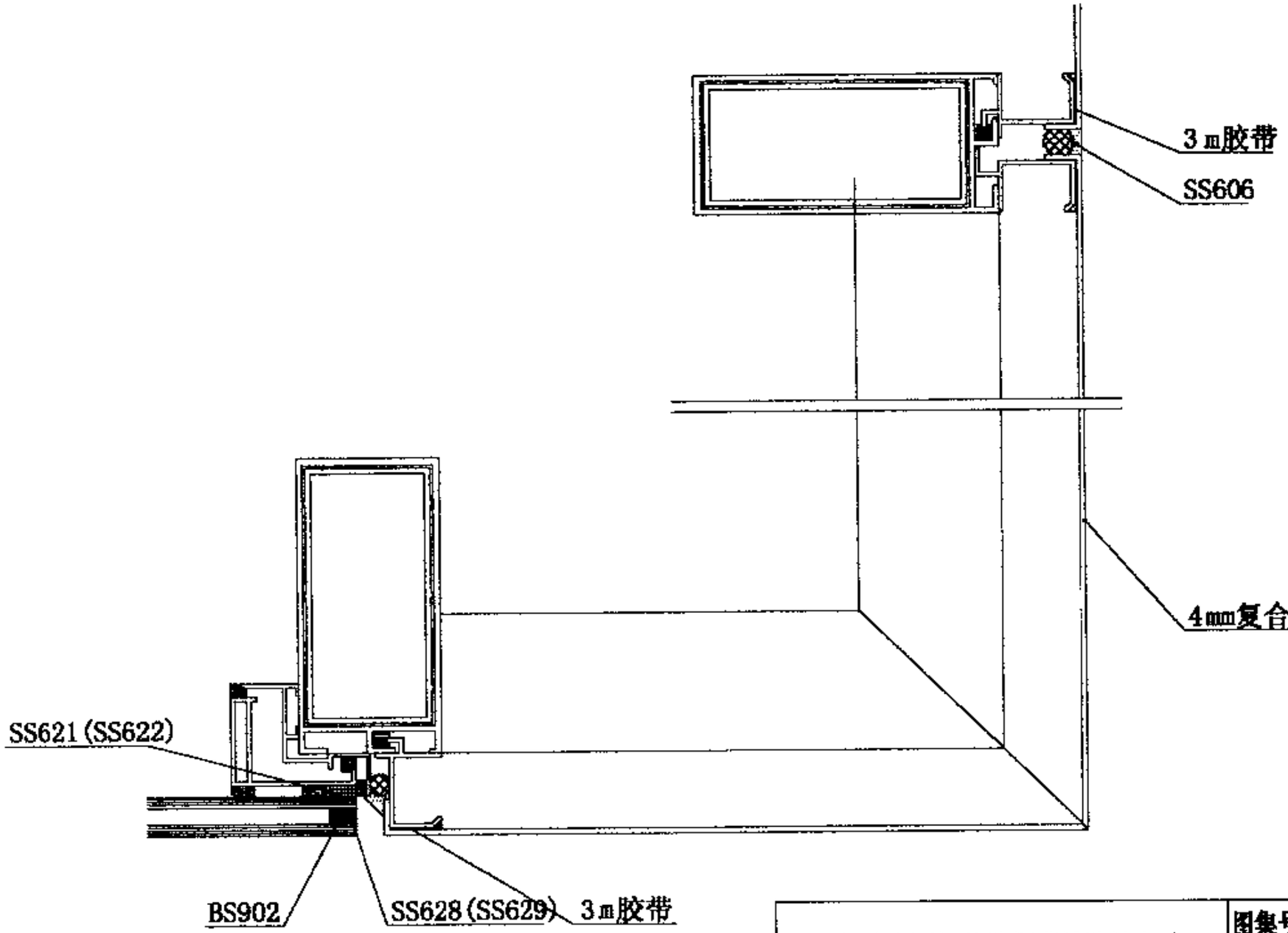


外插式隐框幕墙胶缝（一）②	图集号	01BY-101
	第 31 页	

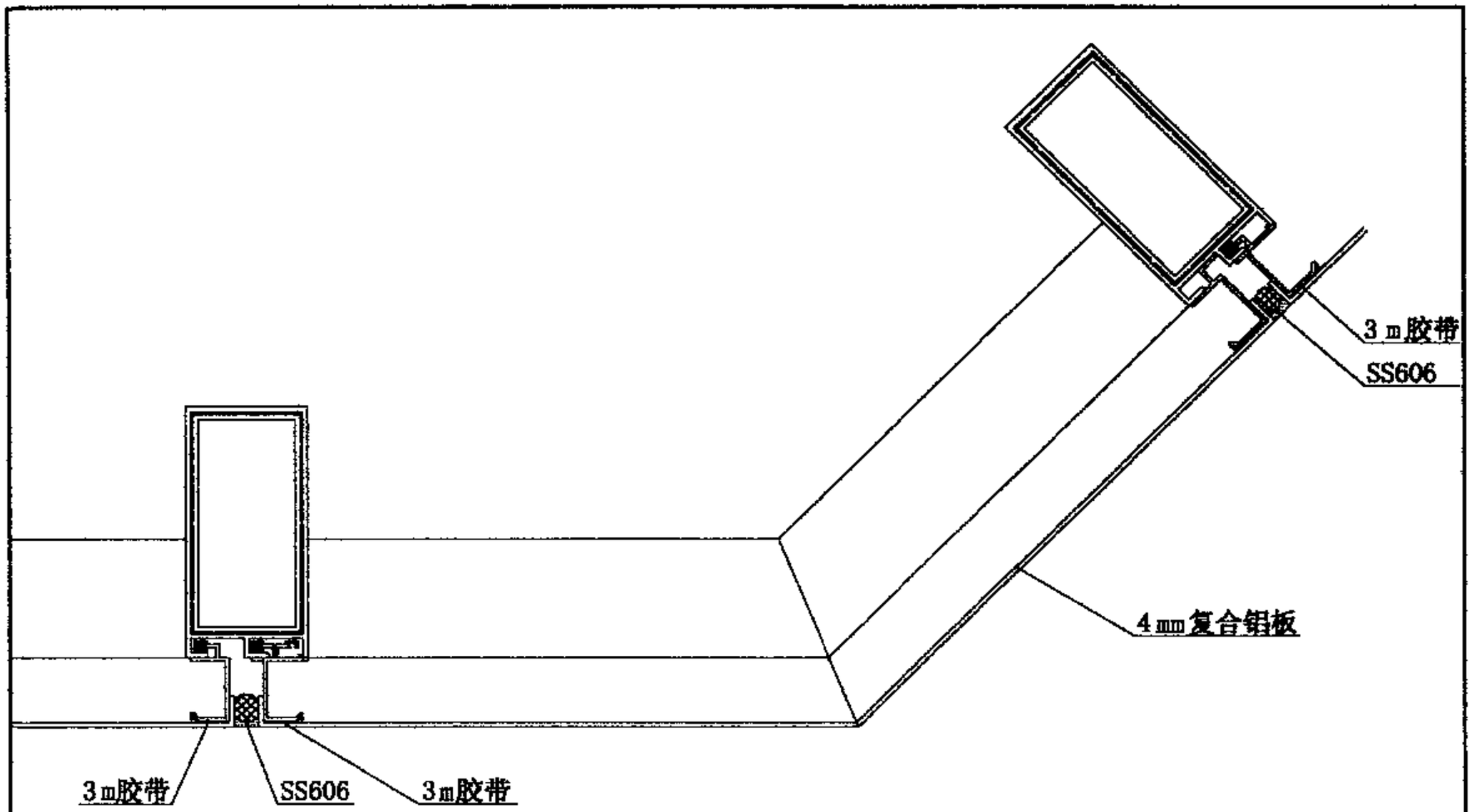


外插式隐框幕墙胶缝(一)③

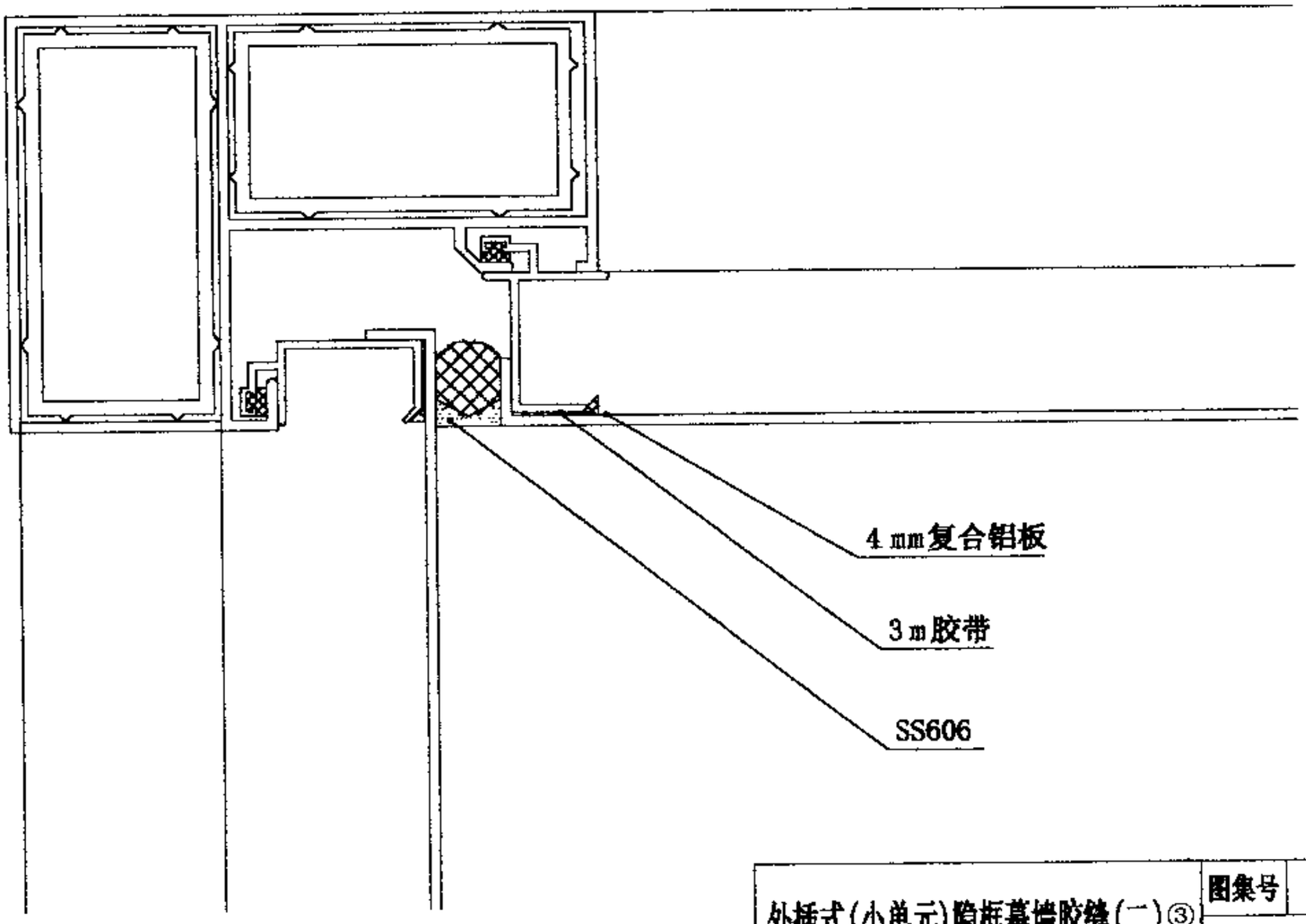
图集号	01BY-101
第	32 页



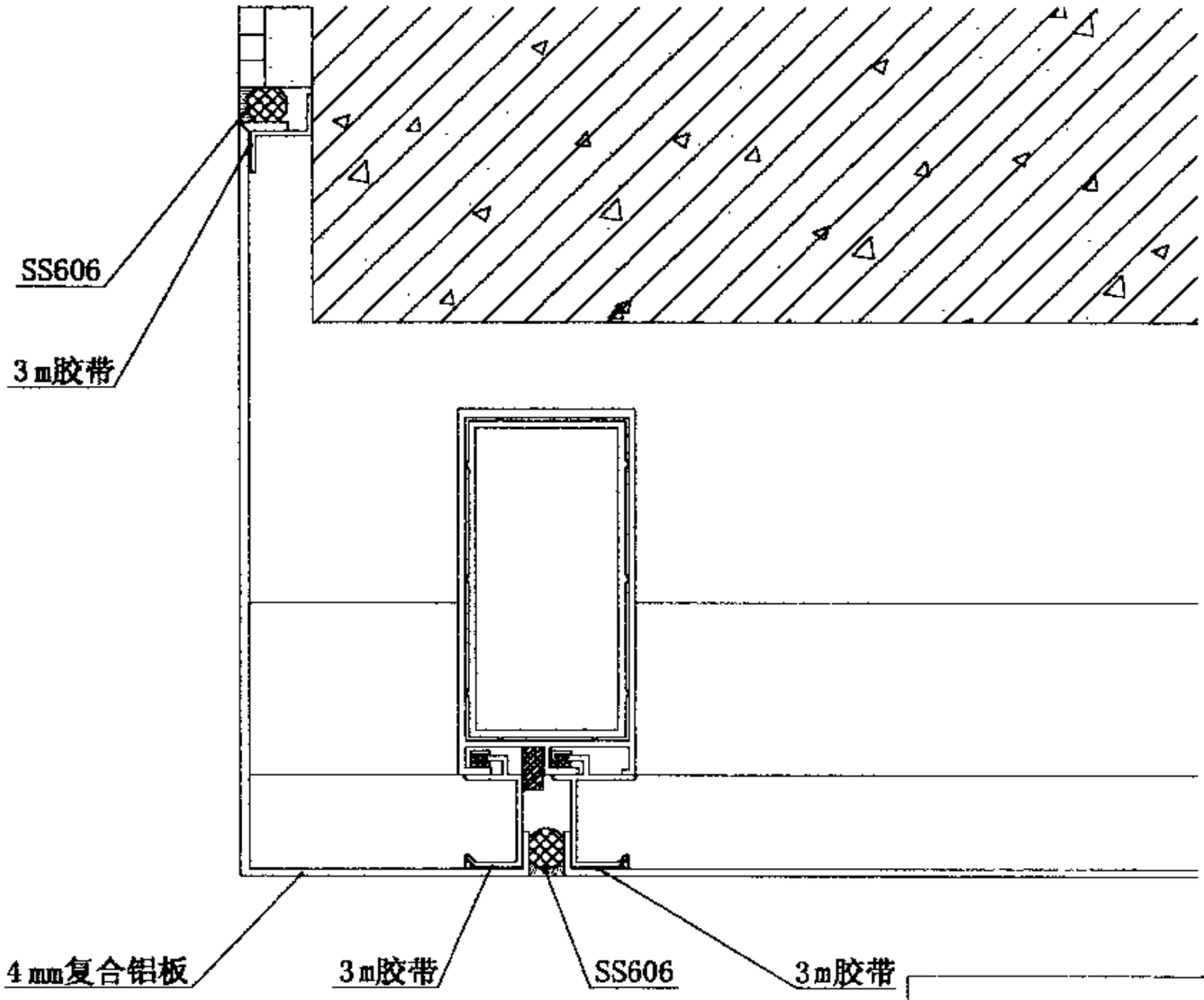
9. 外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(二)①	图集号	01BY-101
	第 33 页	



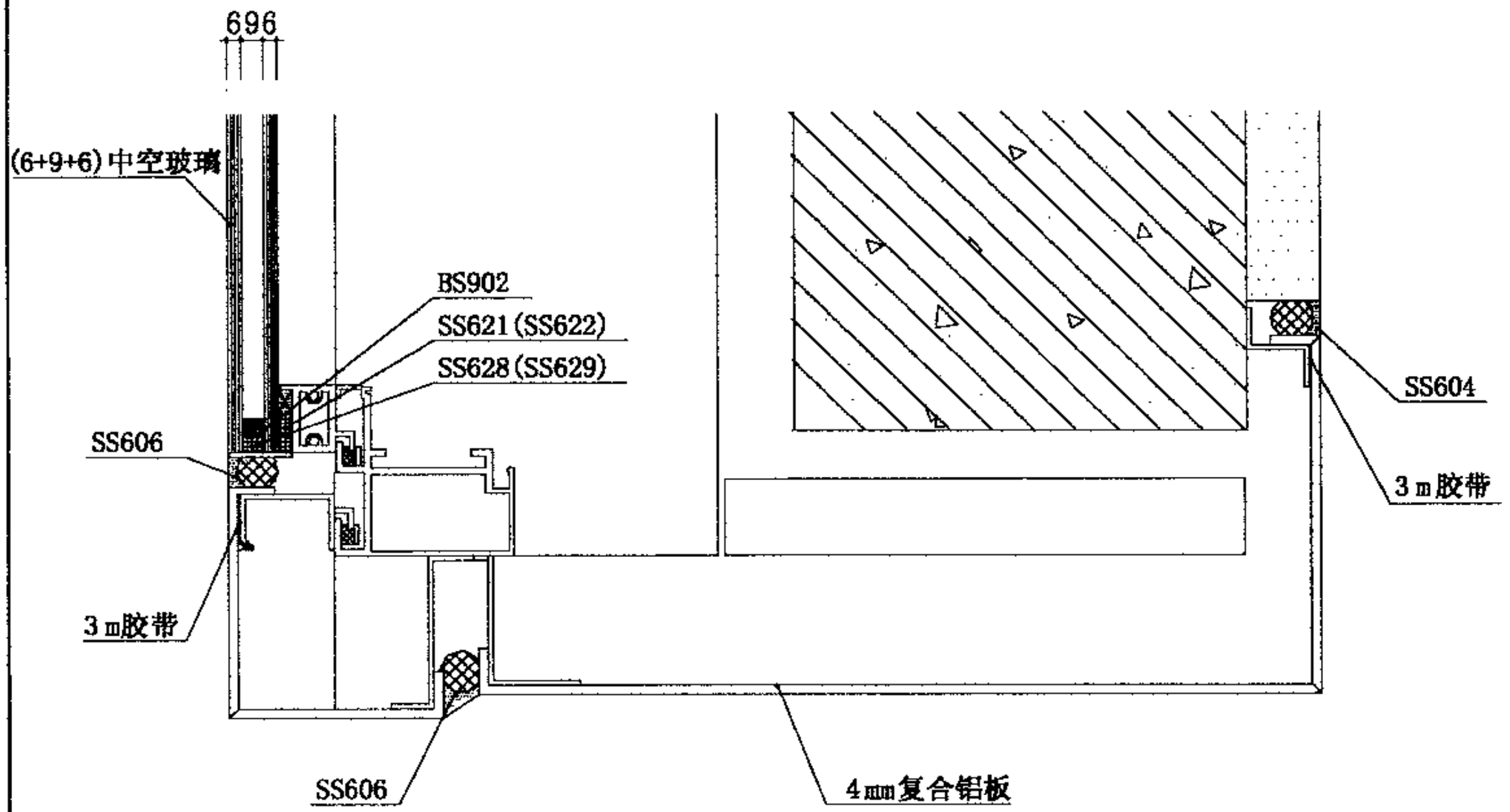
外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(二)②	图集号	01BY-101
	第 34 页	



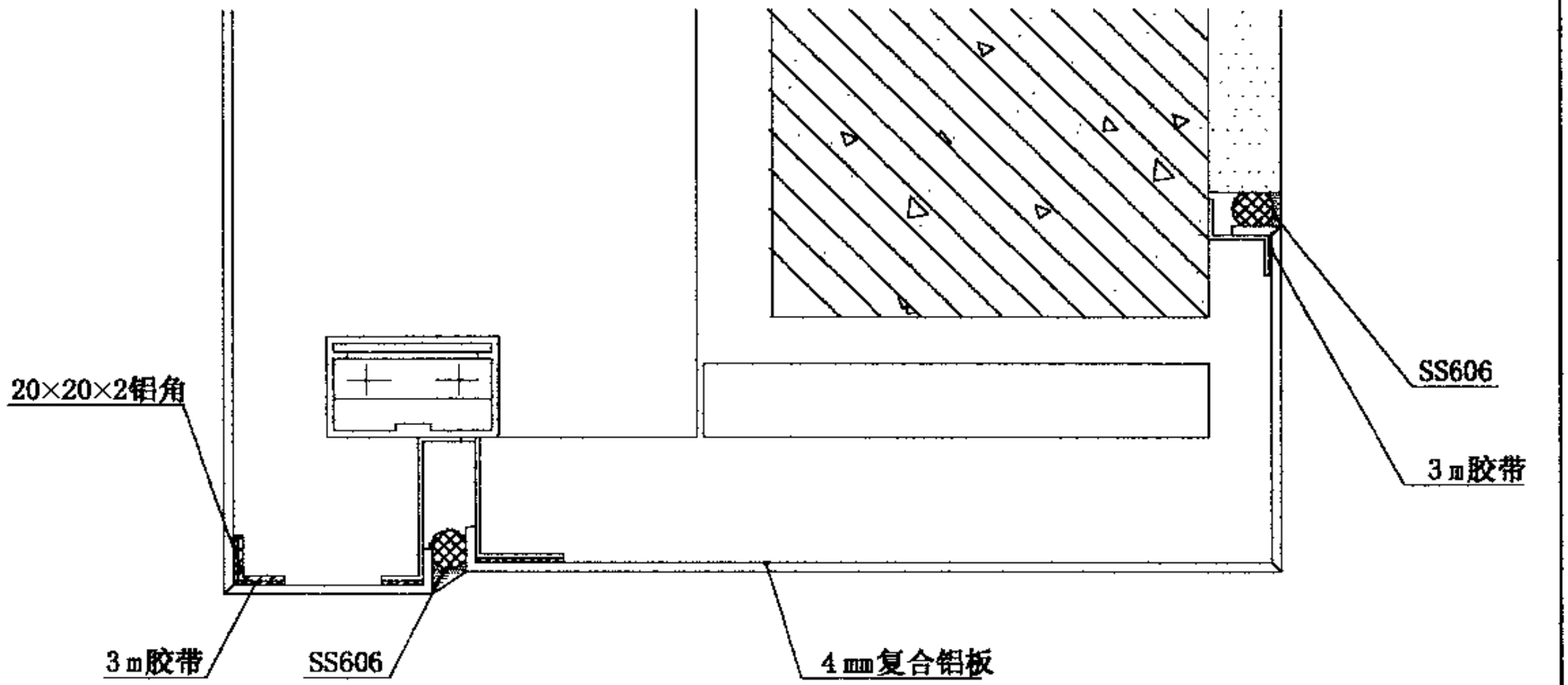
外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(二)③	图集号	01BY-101
	第 35 页	



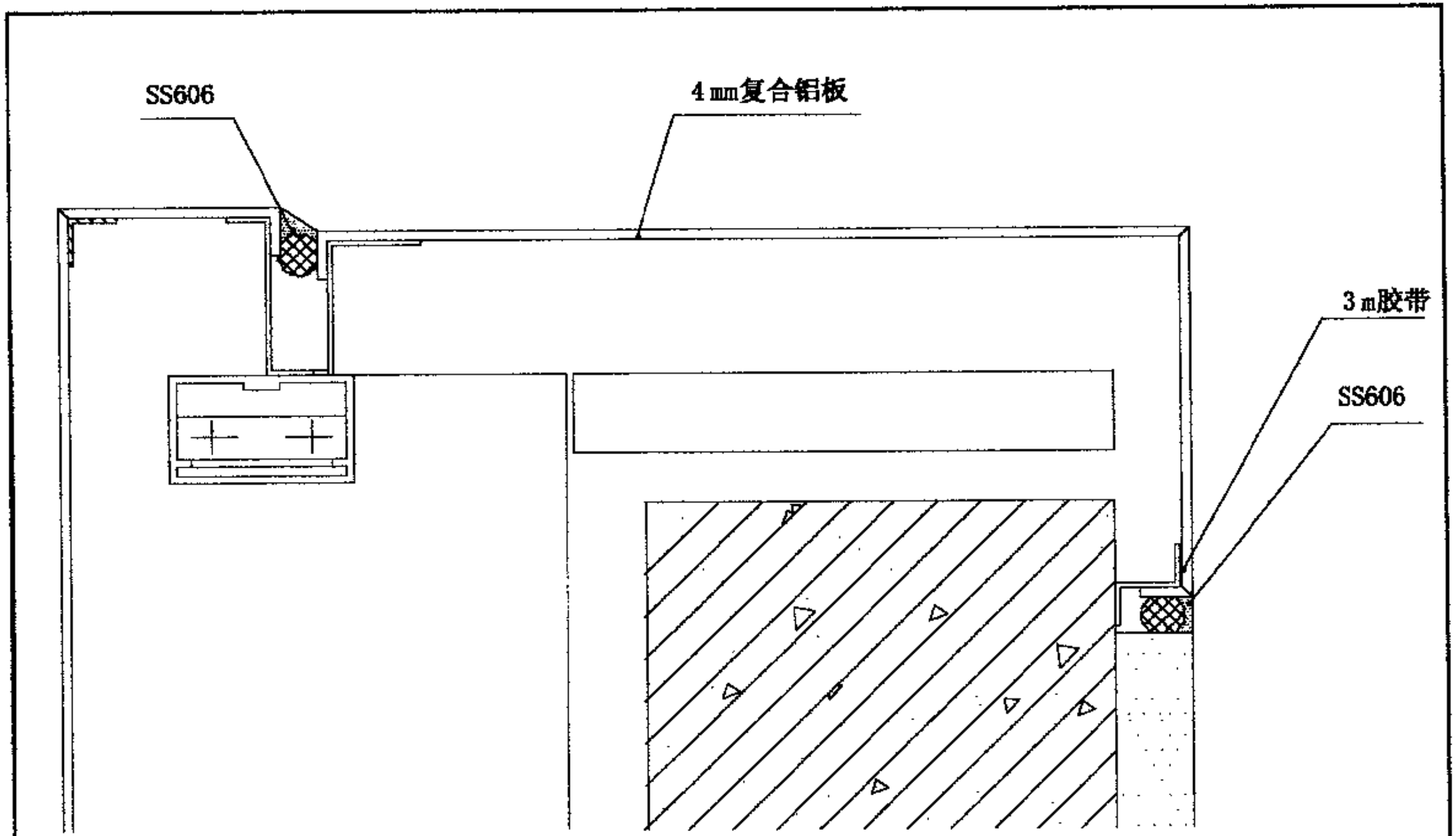
外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(二) ④	图集号	01BY-101
	第 36 页	



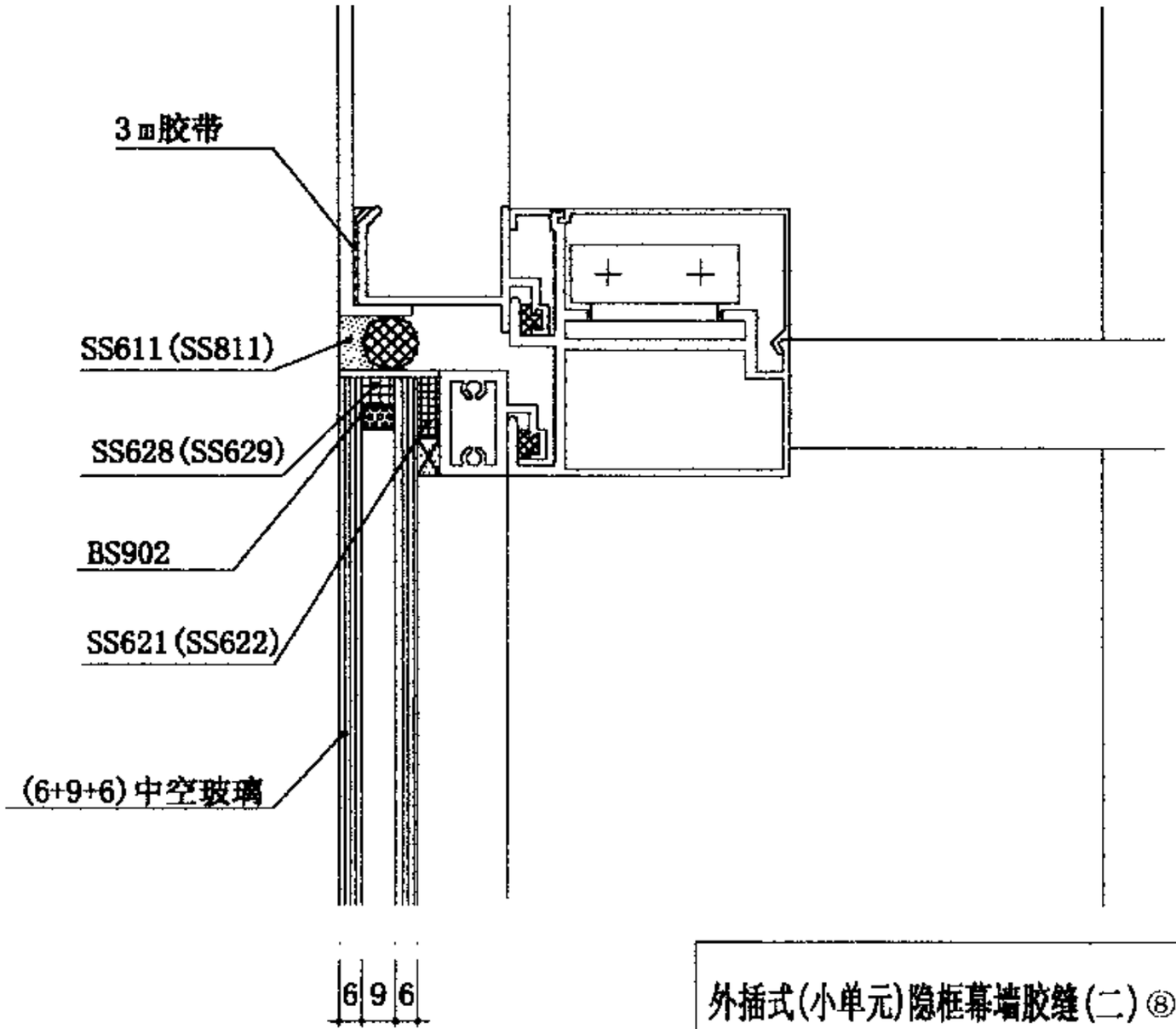
外插式（小单元）隐框幕墙胶缝（二）⑤	图集号	01BY-101
	第 37 页	



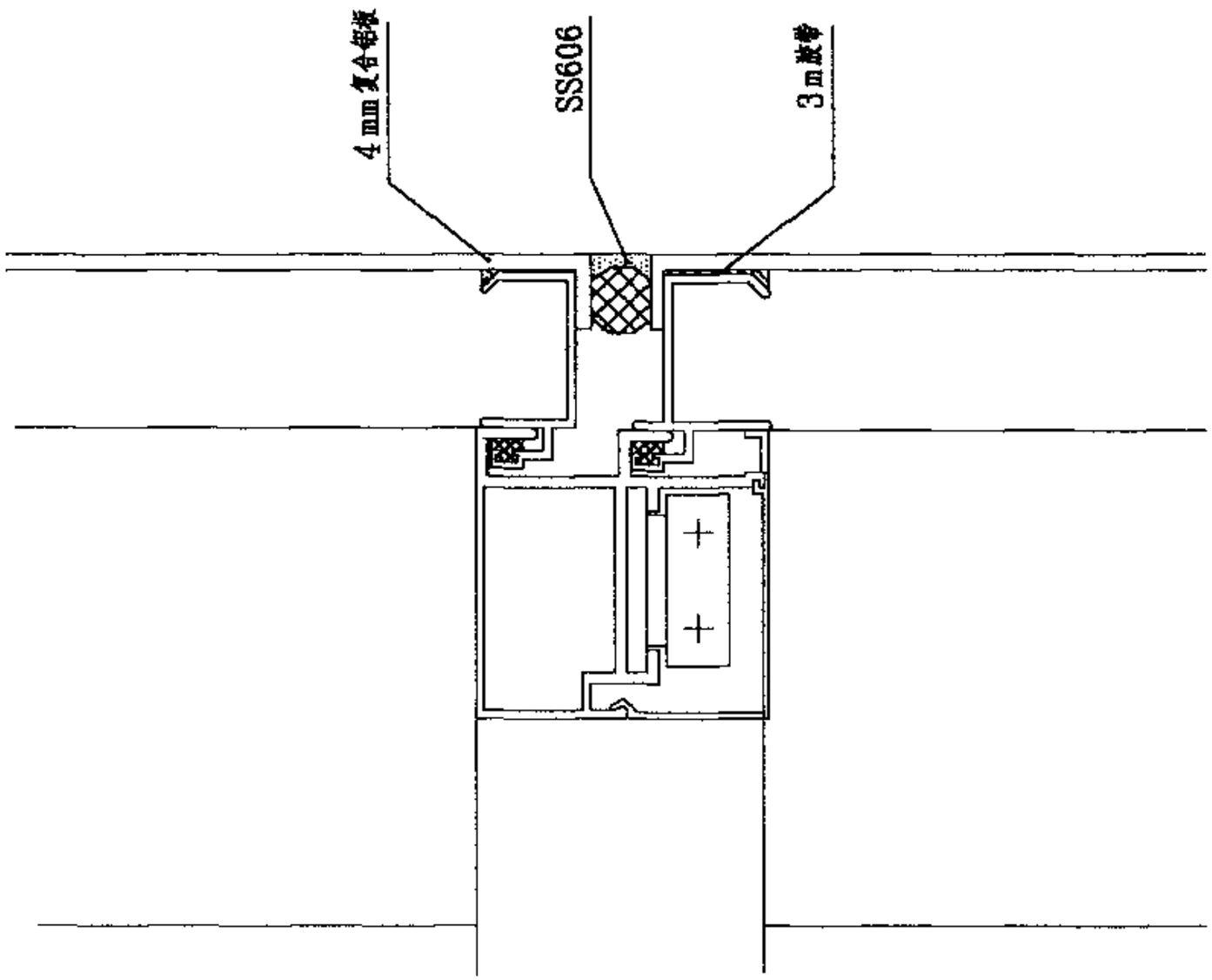
外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(二)⑥	图集号	01BY-101
	第 38 页	



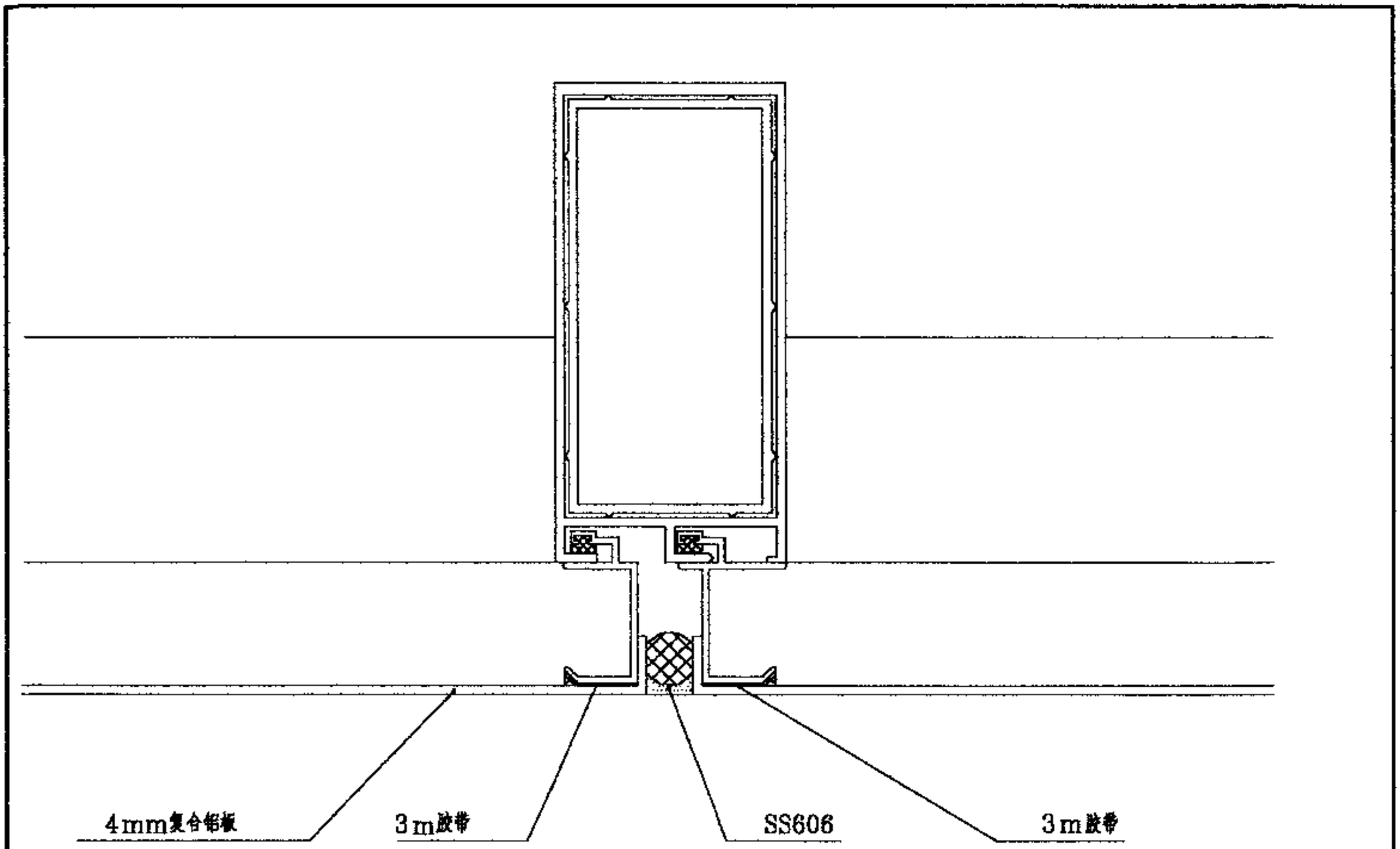
外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(二)⑦	图集号	01BY-101
	第 39 页	



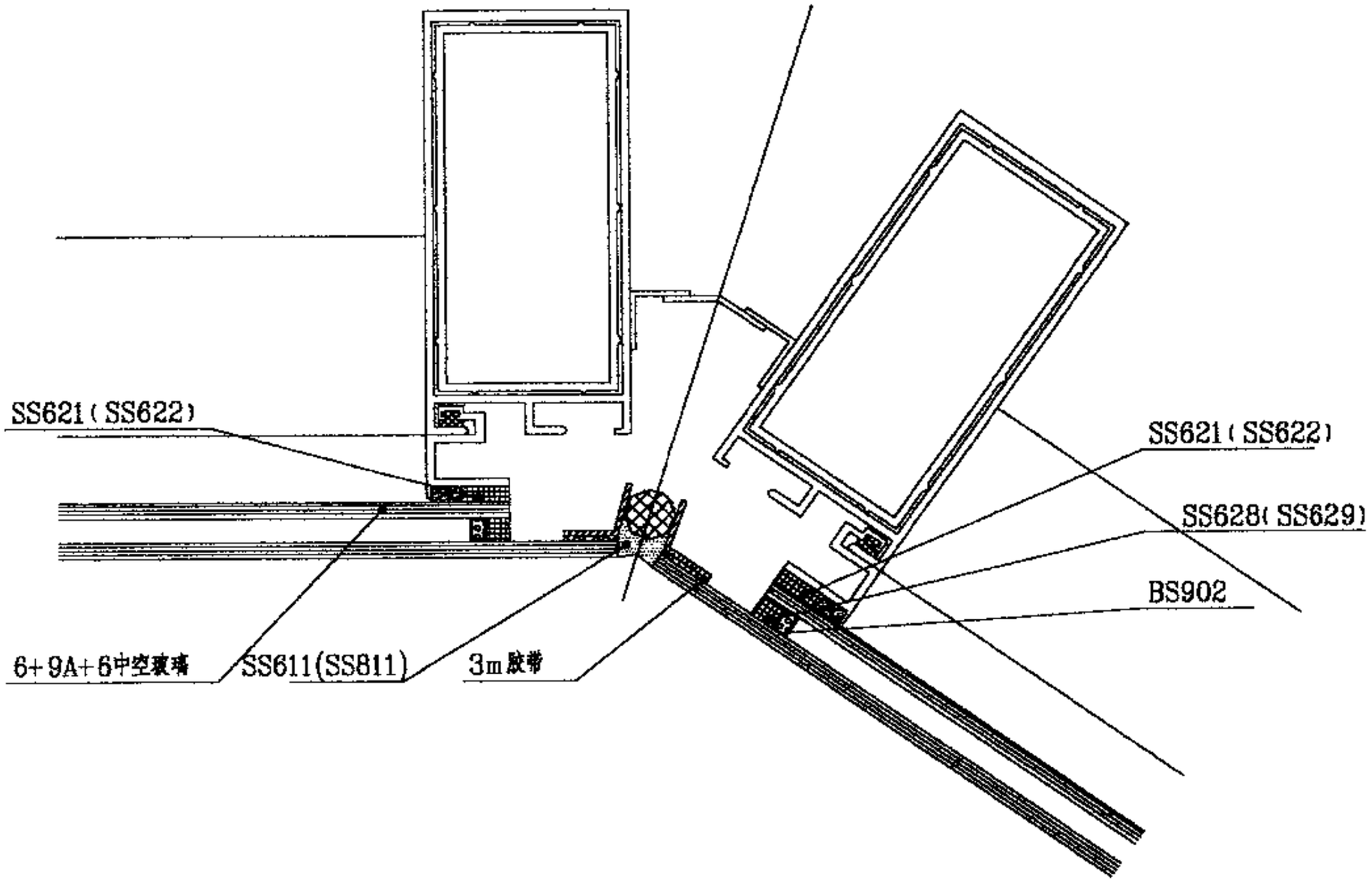
外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(二)⑧	图集号	01BY-101
	第	40 页



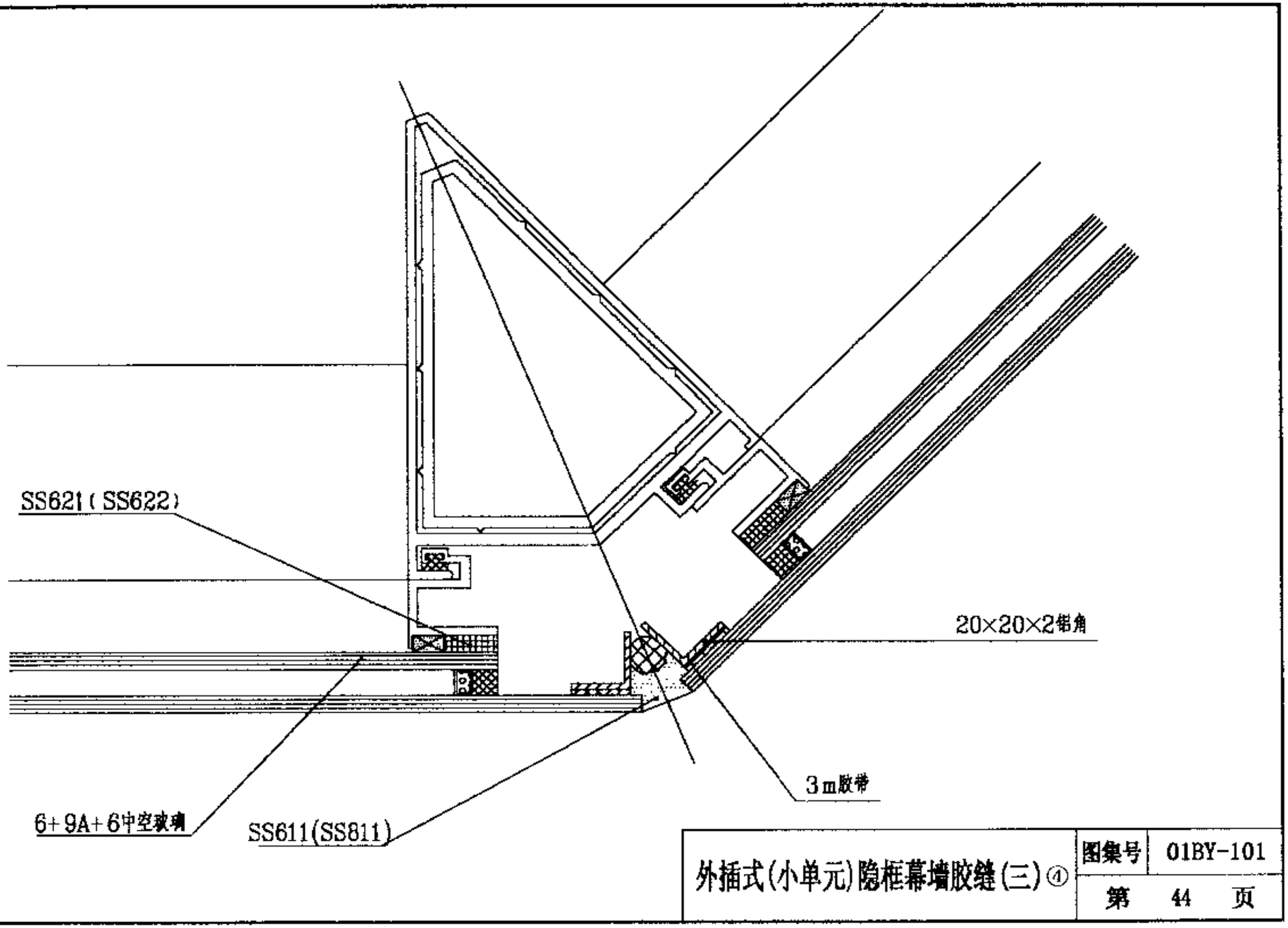
10. 外插式(小单元)隐框幕墙胶缝 (三) ①	图集号	01BY-101
	第	41 页



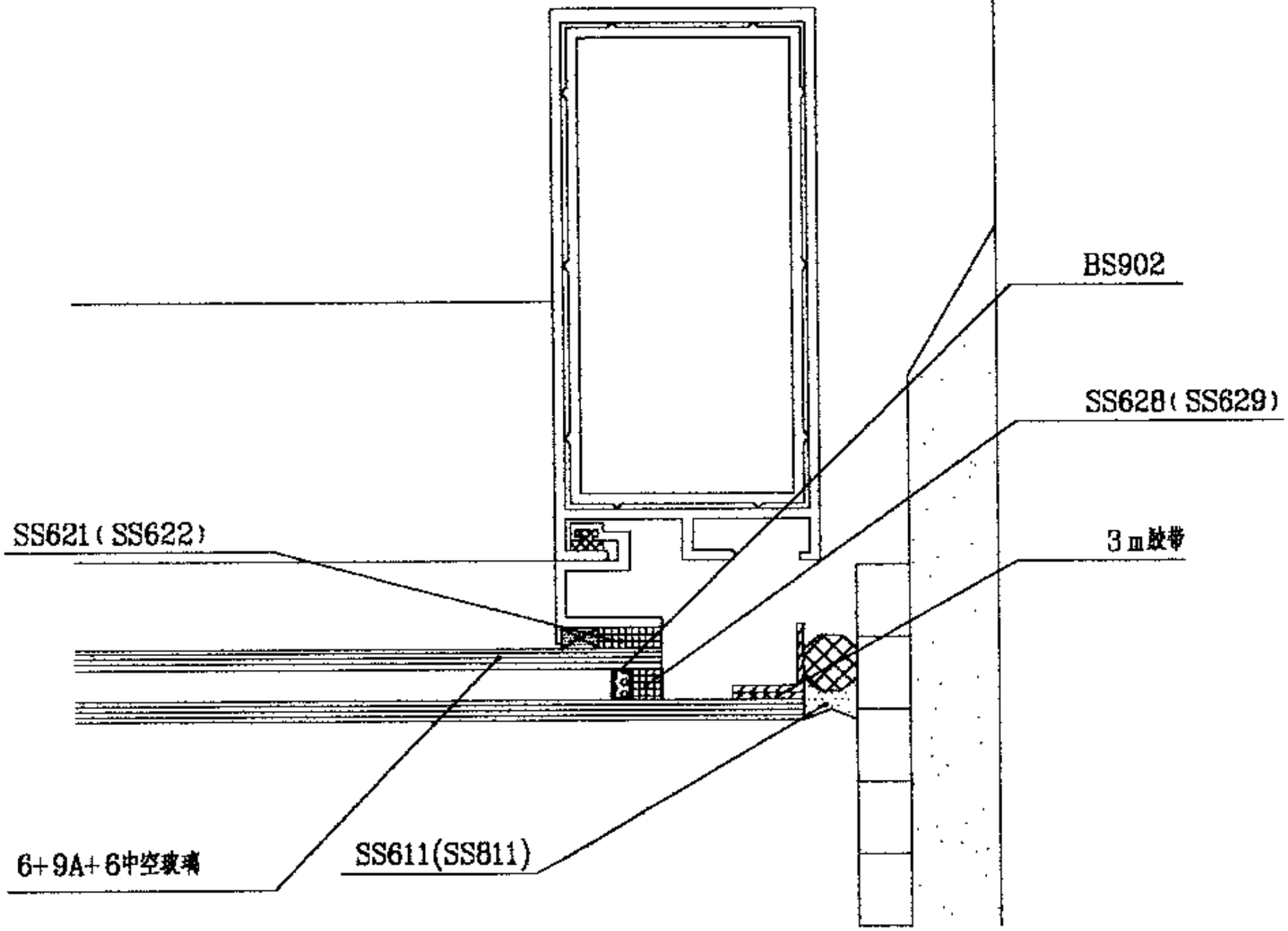
外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(三)②	图集号	01BY-101
	第	42 页



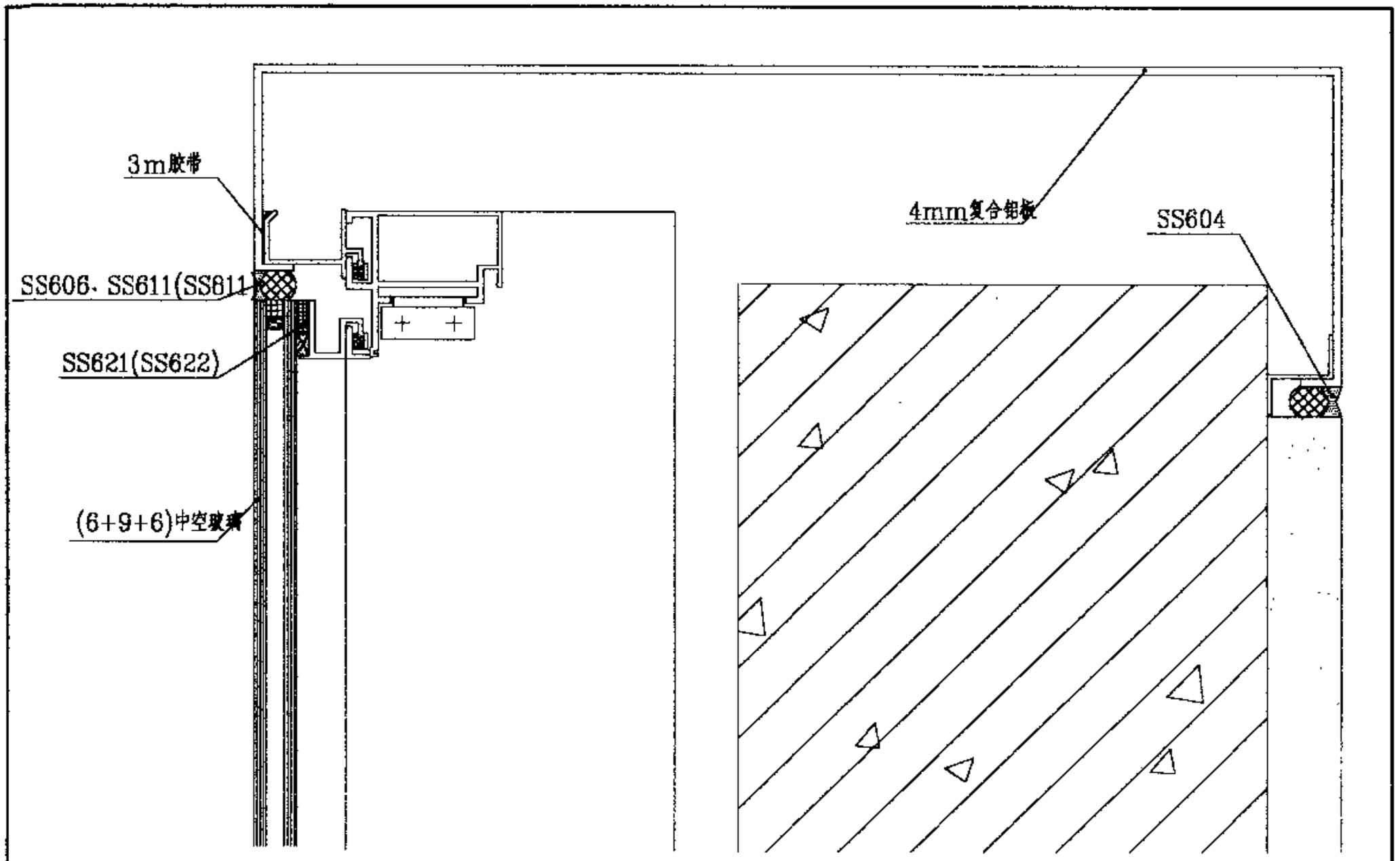
外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(三)③	图集号	01BY-101
	第 43 页	



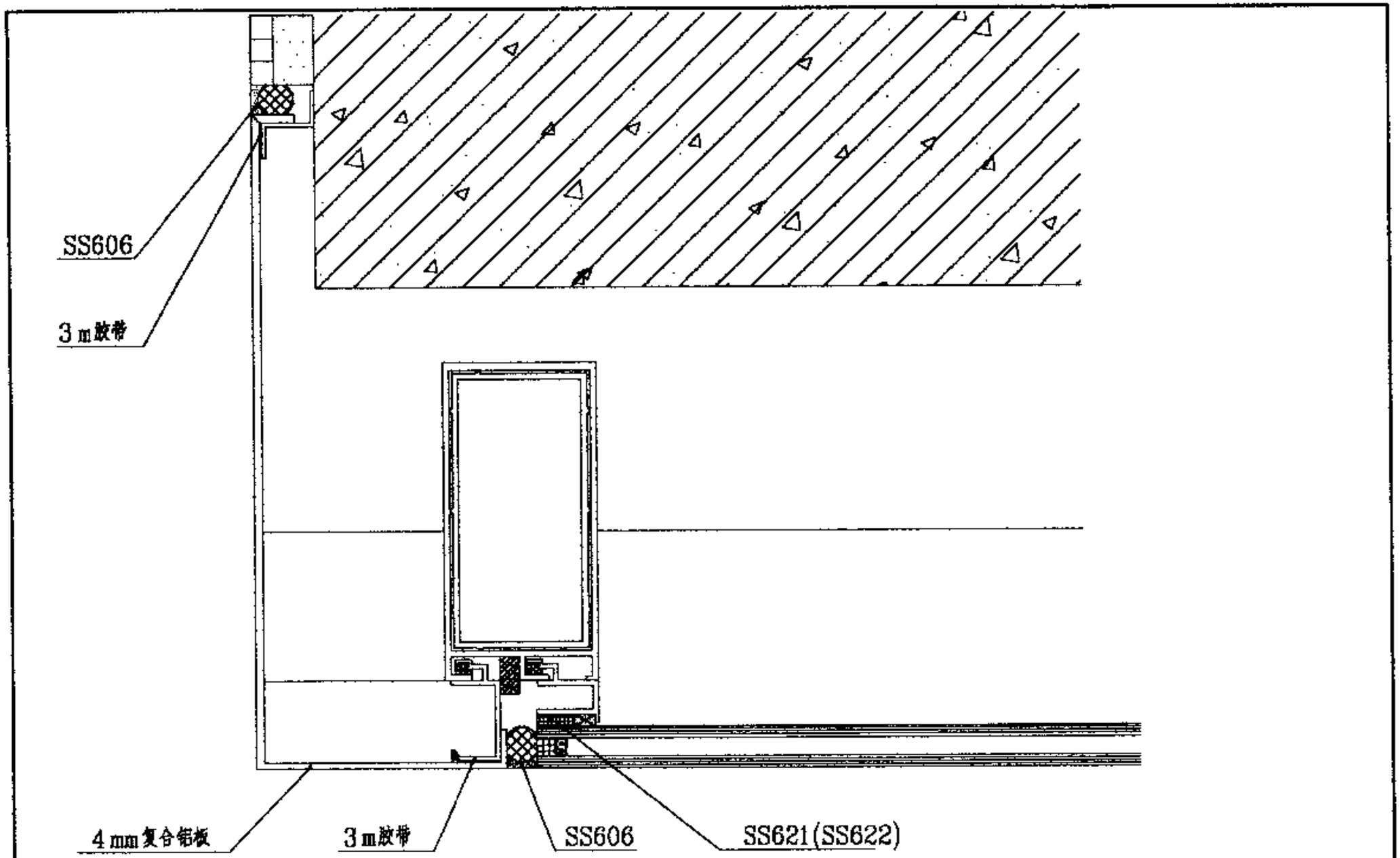
外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(三)④	图集号	01BY-101
	第 44 页	



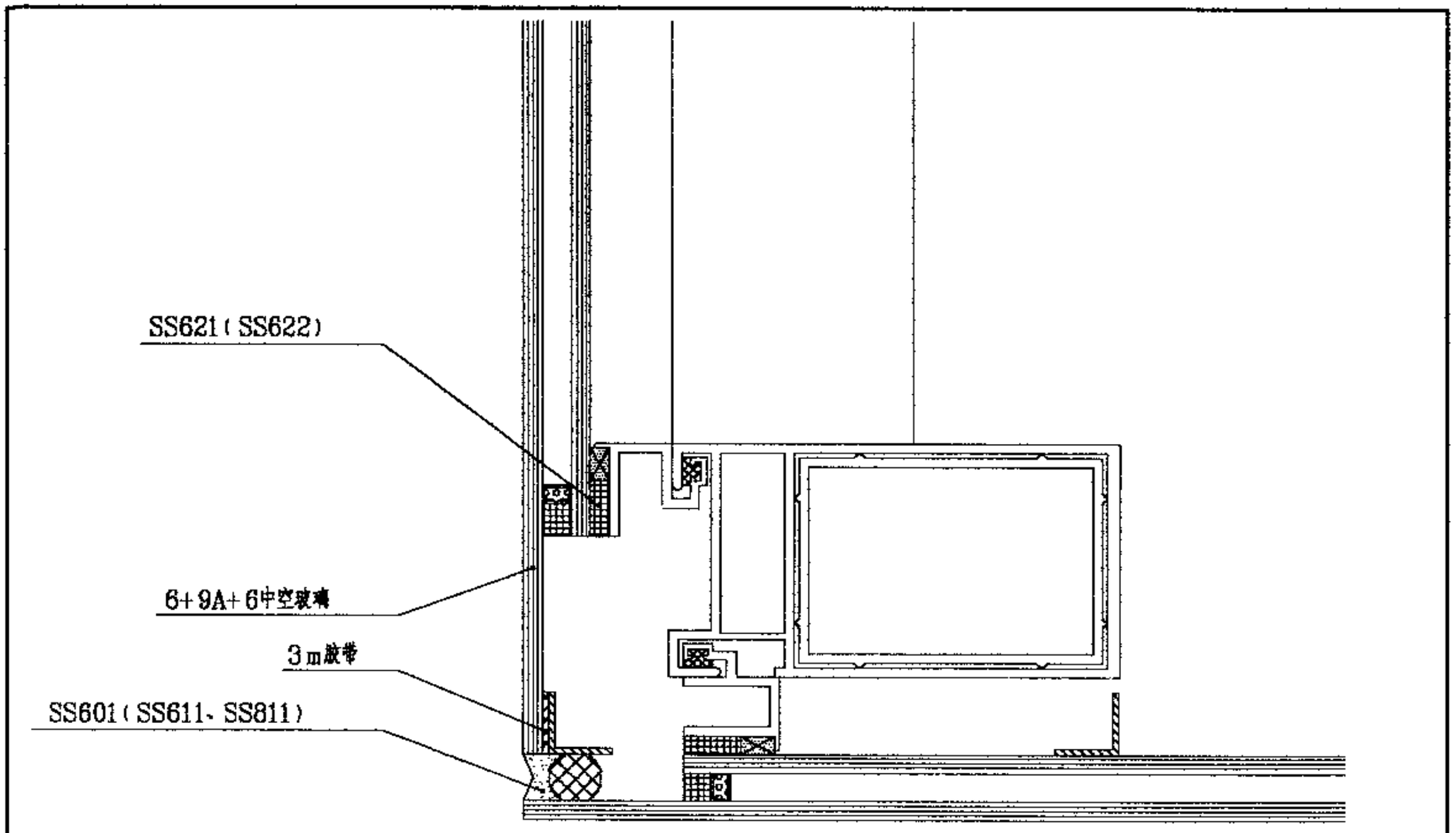
外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(三)⑥	图集号	01BY-101
	第 45 页	



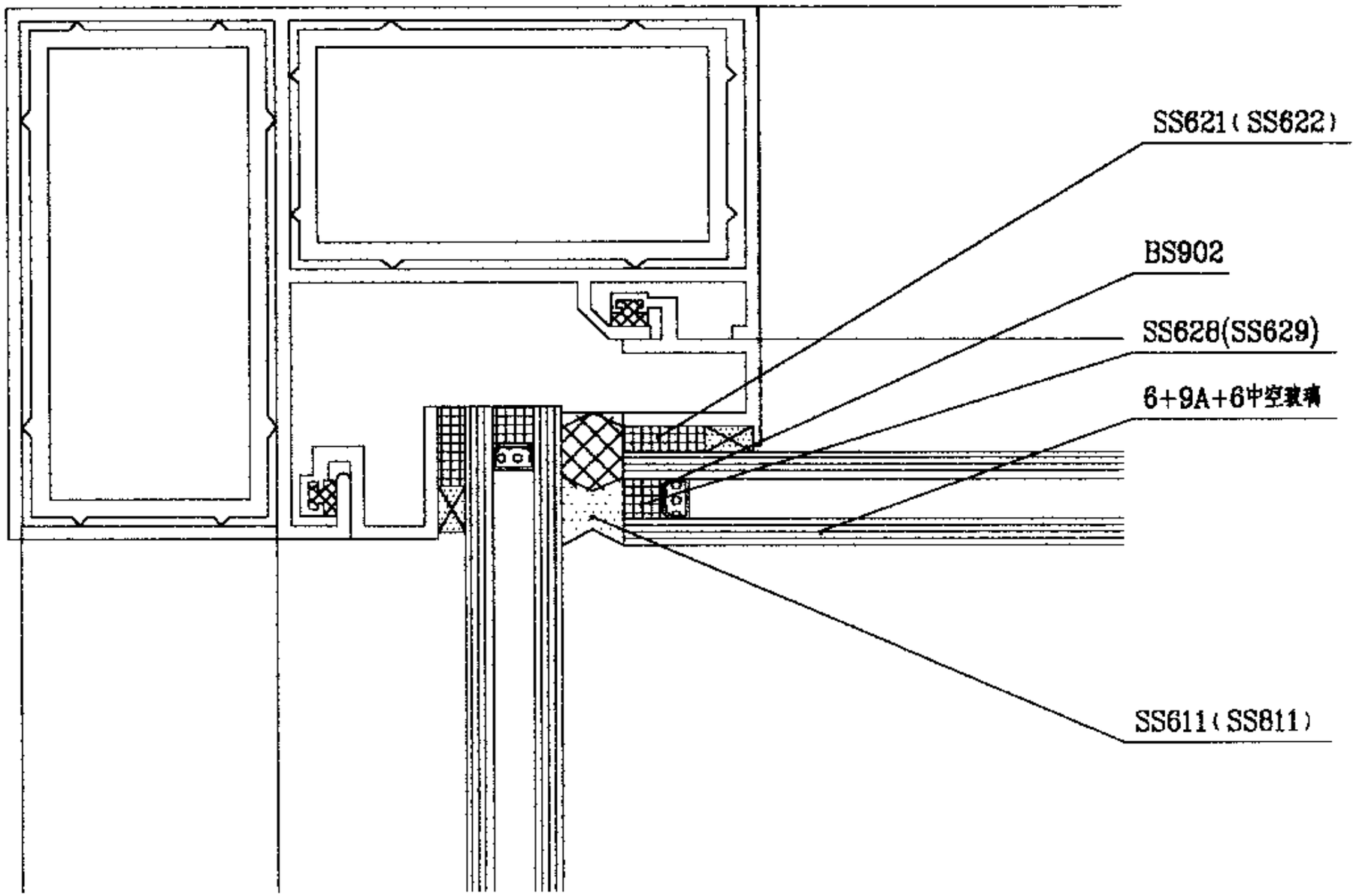
外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(三)⑥	图集号	01BY-101
	第 46 页	



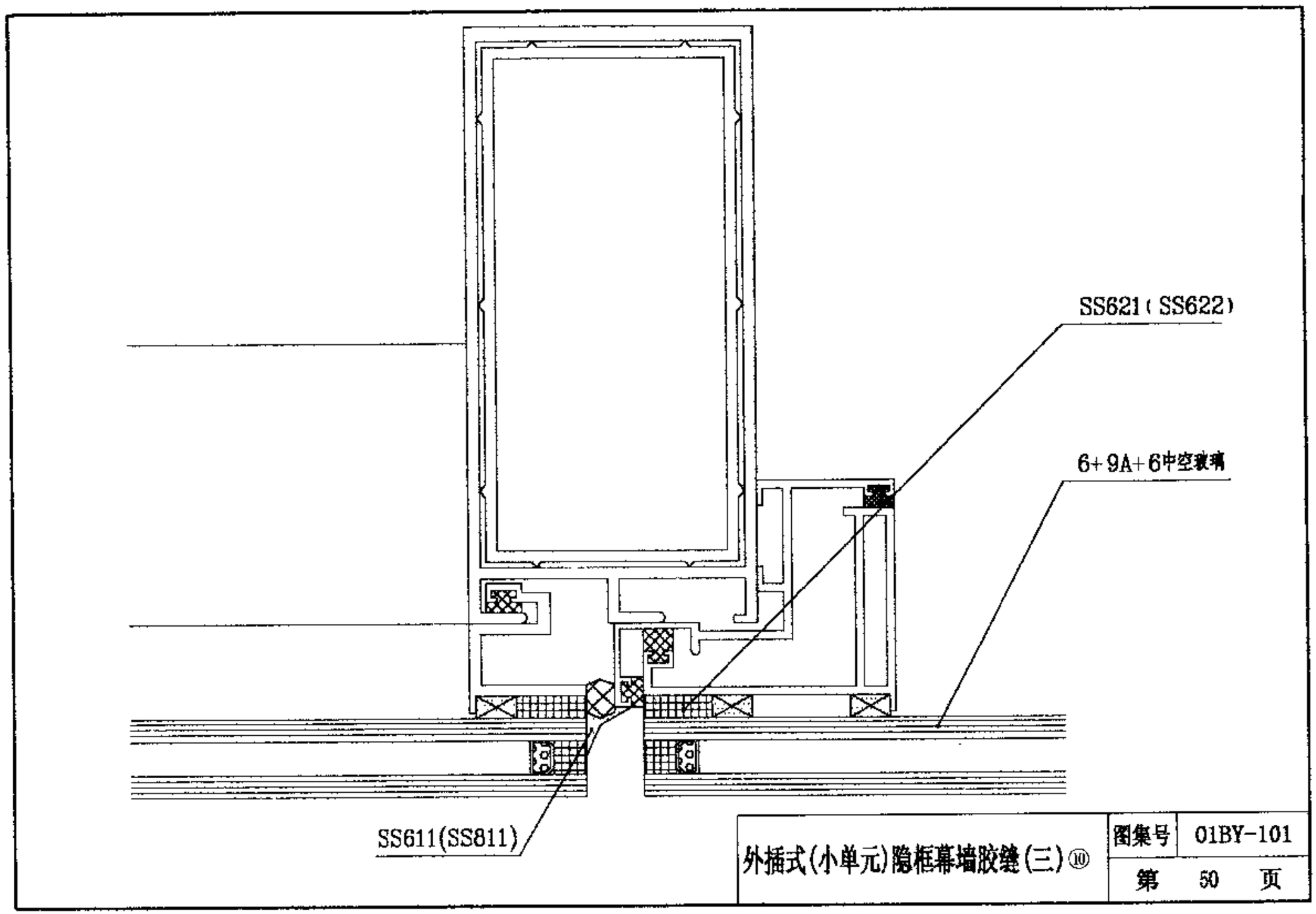
外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(三)⑦	图集号	01BY-101
	第 47 页	



外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(三)⑧	图集号	01BY-101
	第 48 页	



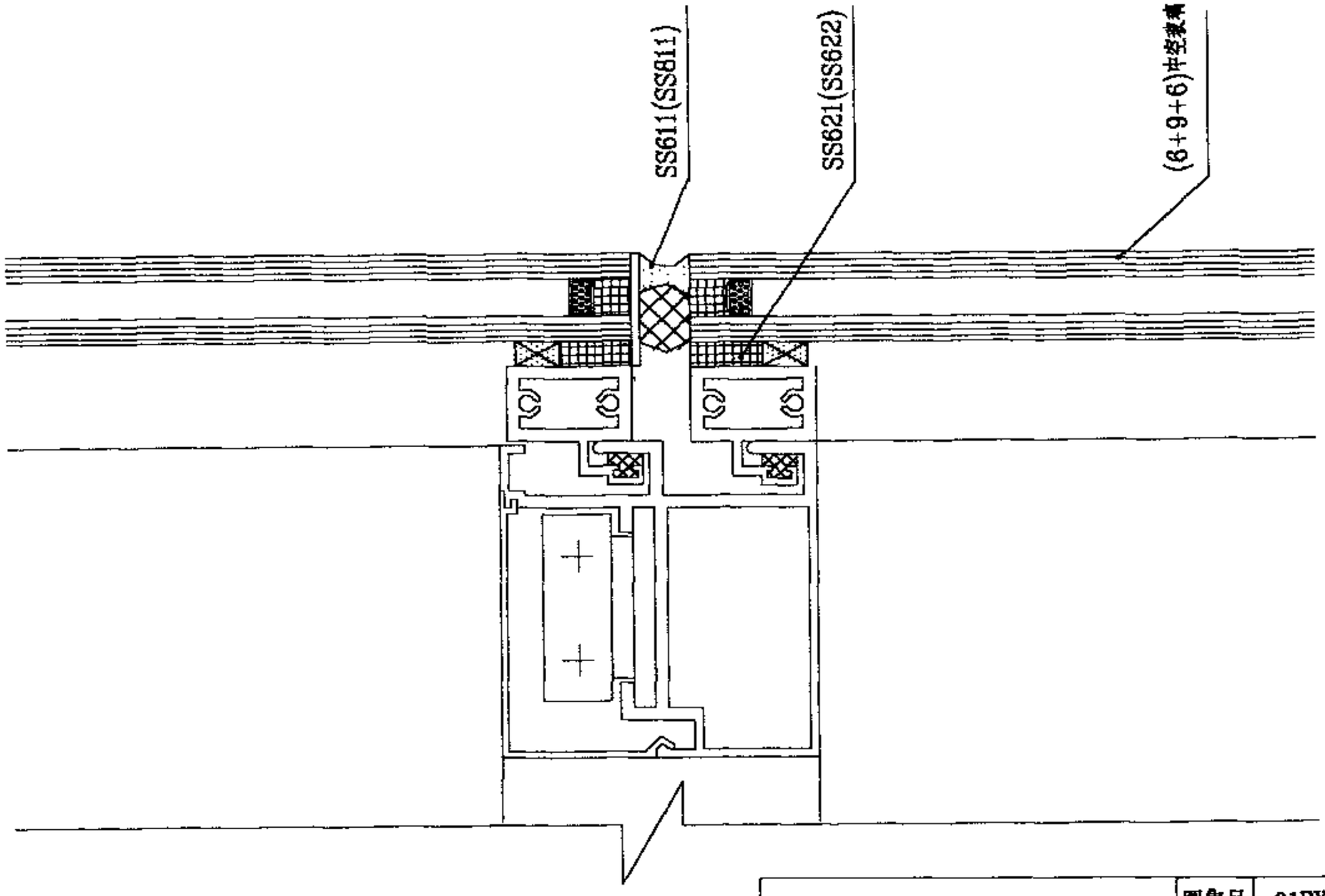
外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(三)⑨	图集号	01BY-101
	第 49 页	



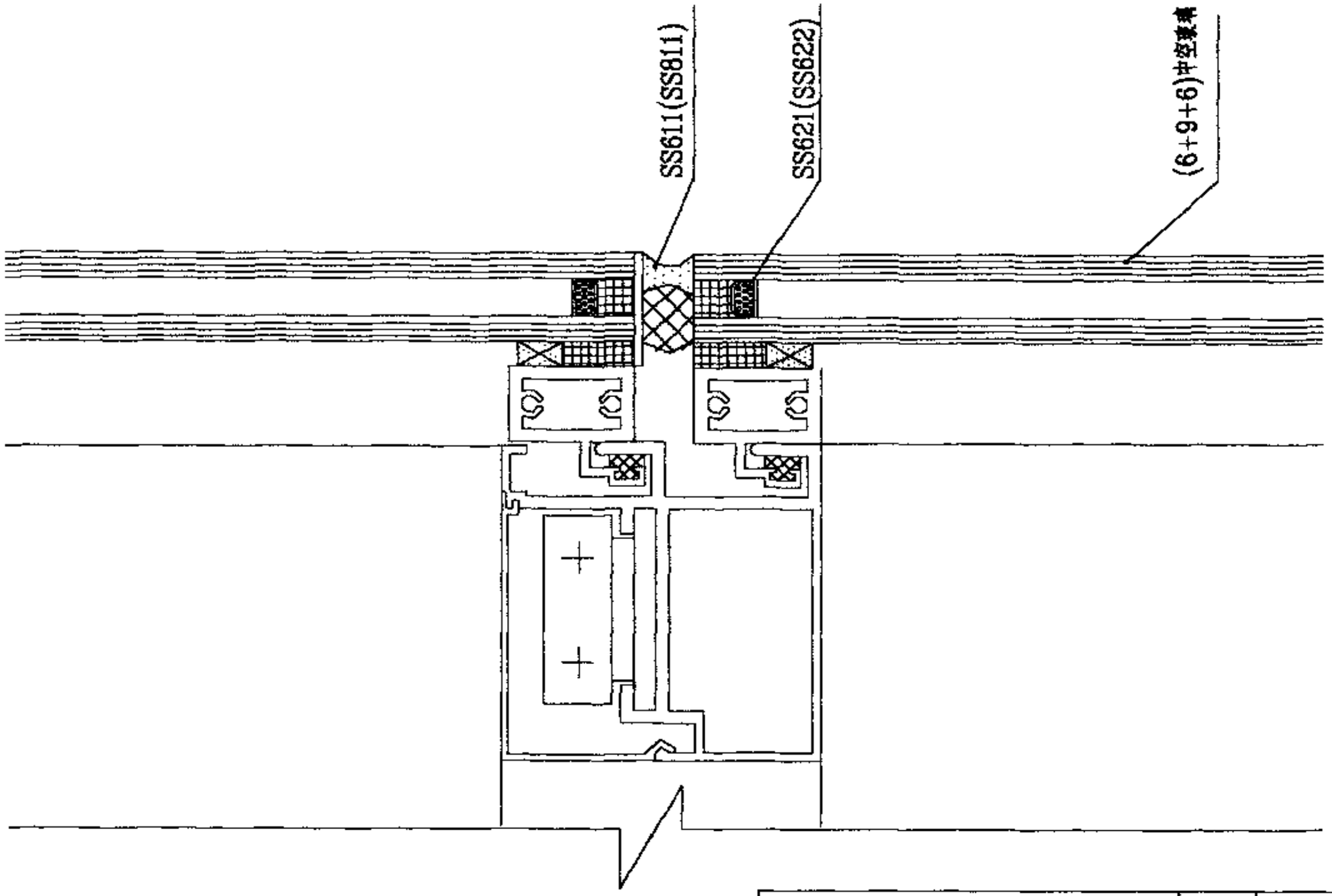
外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(三)⑩

图集号 01BY-101

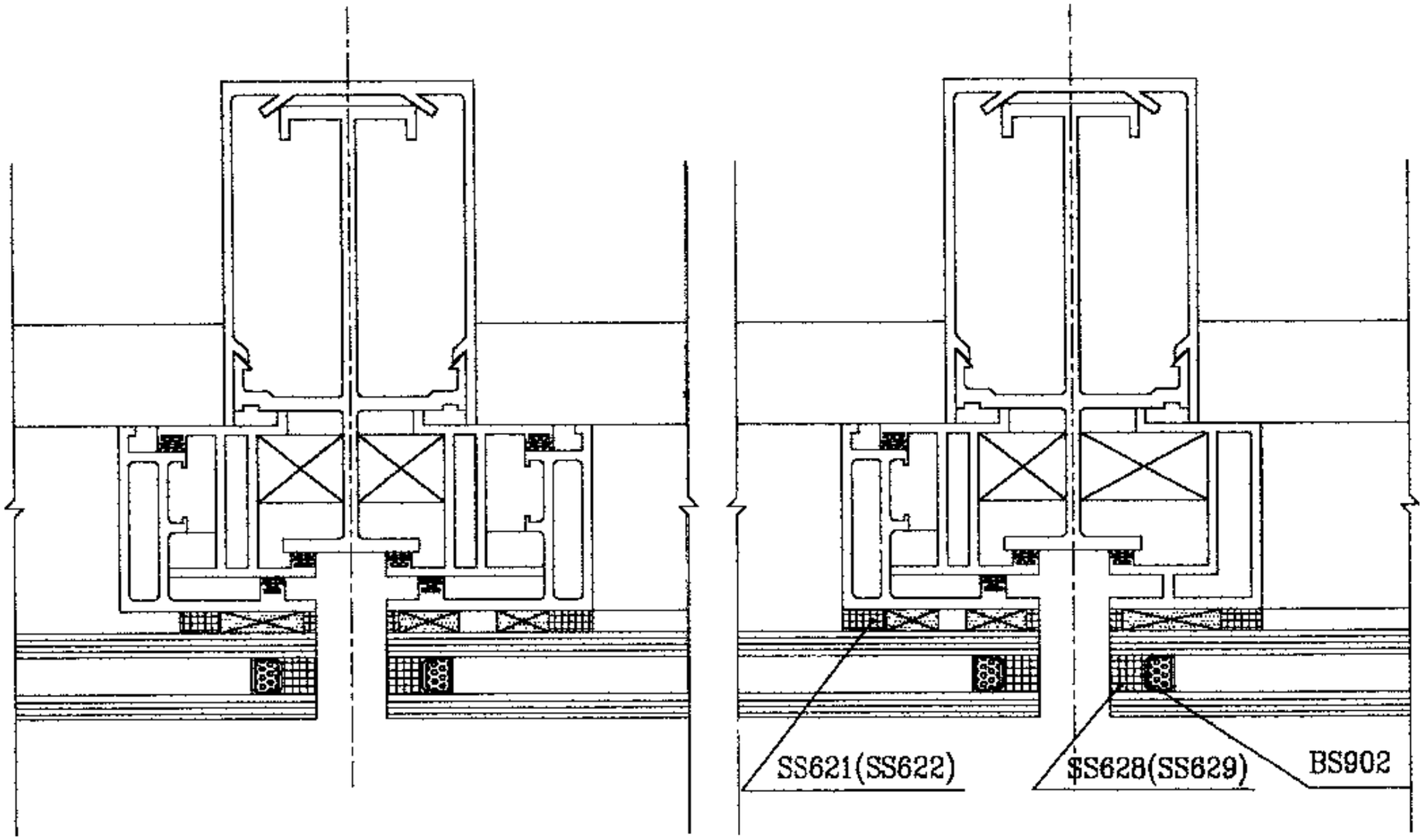
第 50 页



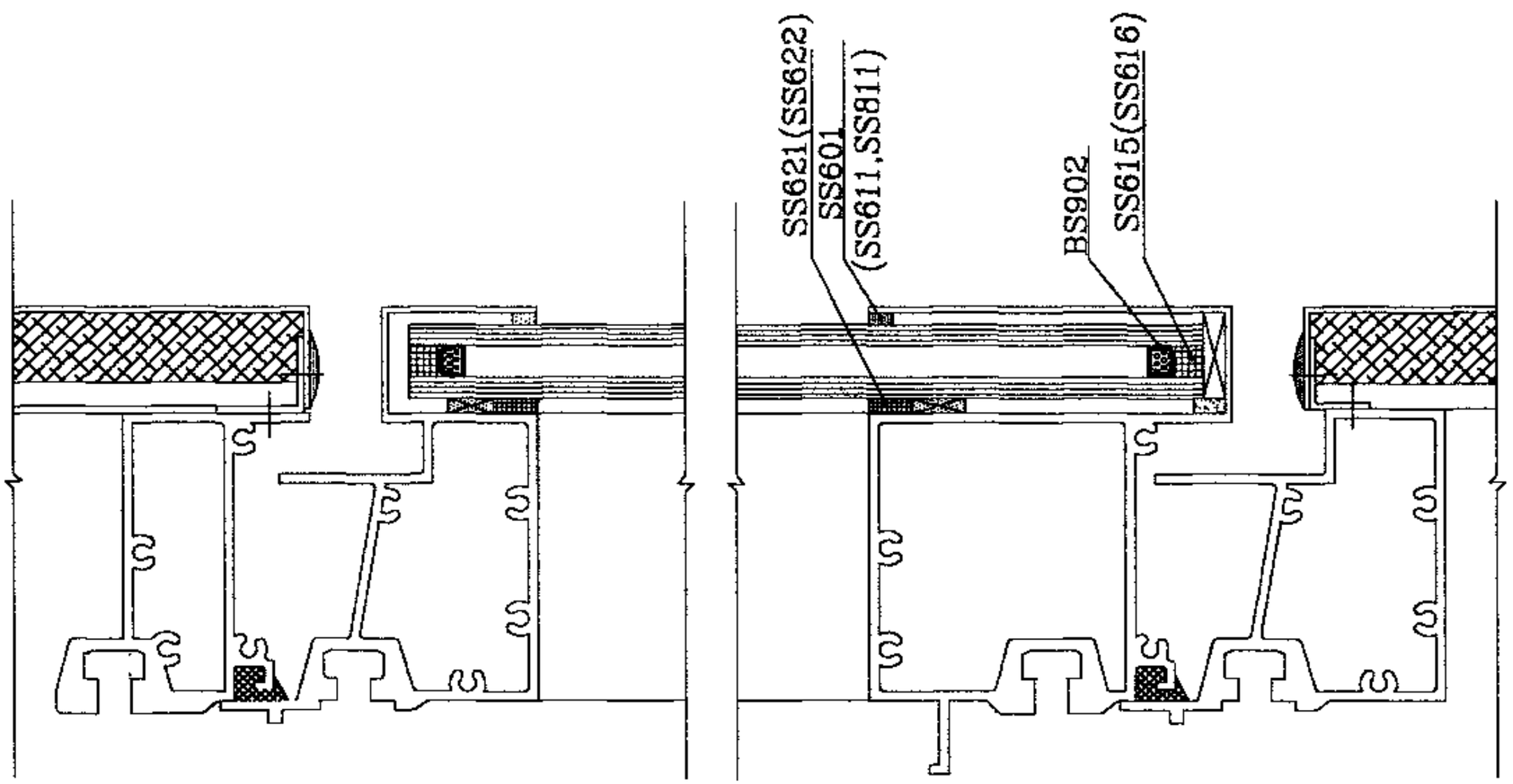
外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(三) ⑪	图集号	01BY-101
	第 51 页	



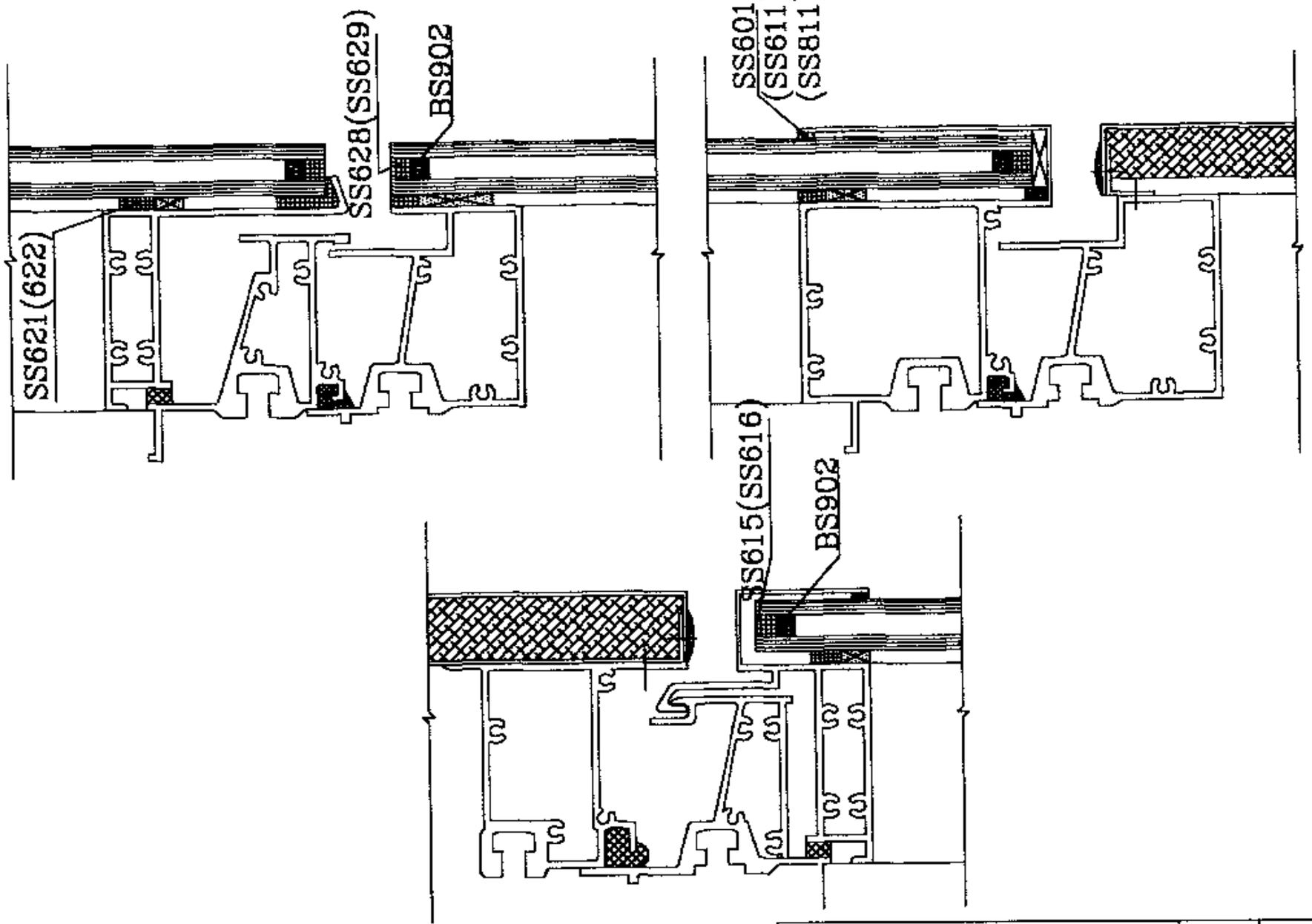
外插式(小单元)隐框幕墙胶缝(三) ⑫	图集号	01BY-101
	第 52 页	



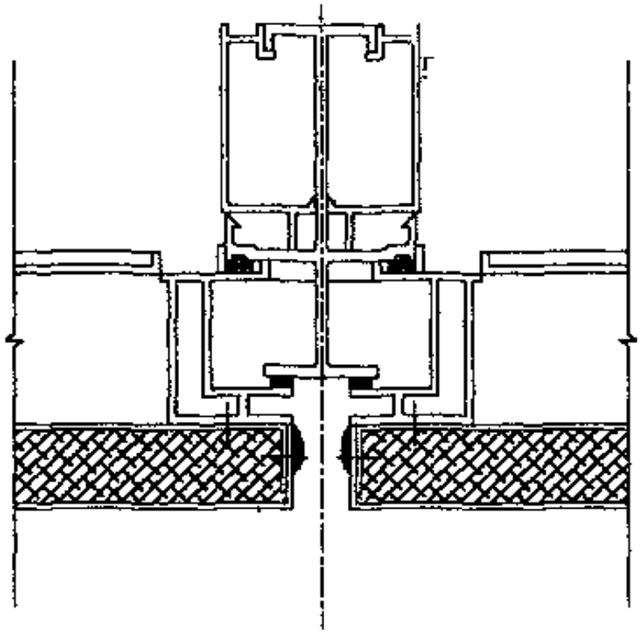
11. 组合横梁式隐框幕墙胶缝 ①	图集号	01BY-101
	第 53 页	

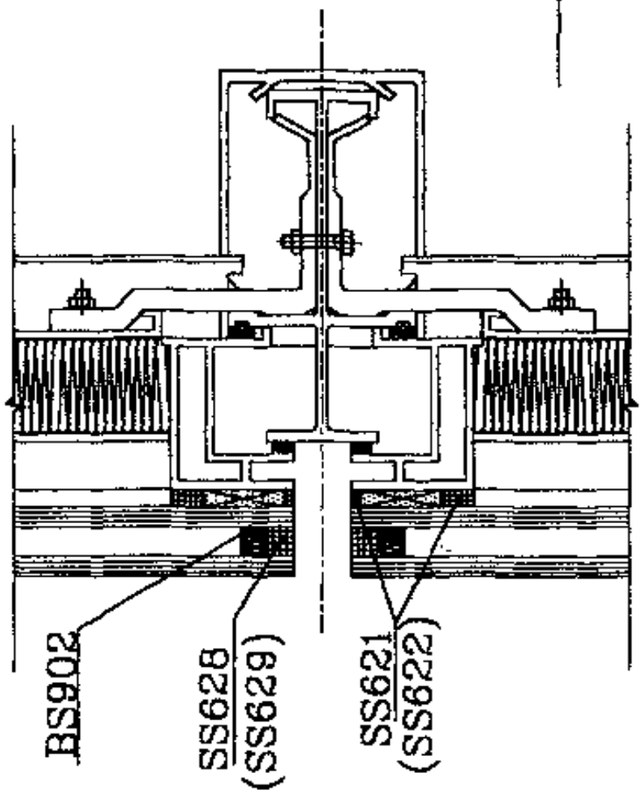


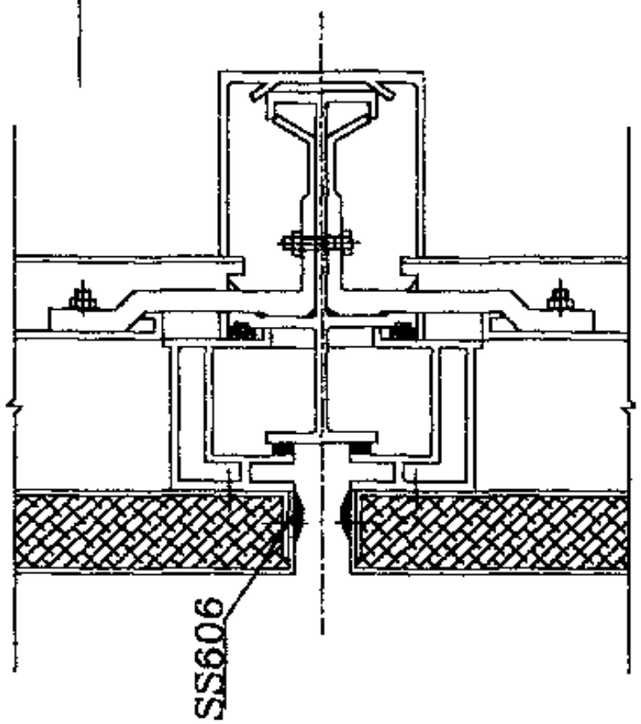
组合横梁式隐框幕墙胶缝 ②	图集号	01BY-101
	第 54 页	



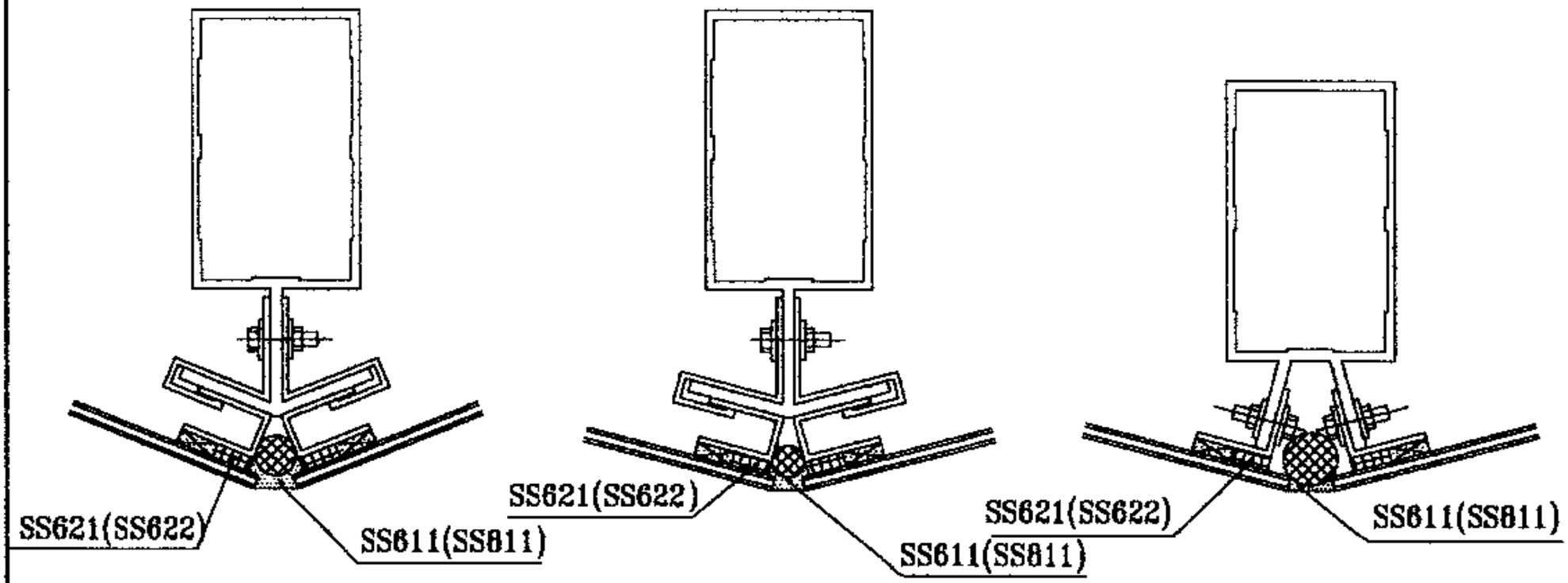
组合横梁式隐框幕墙胶缝 ③	图集号	01BY-101
	第 55 页	



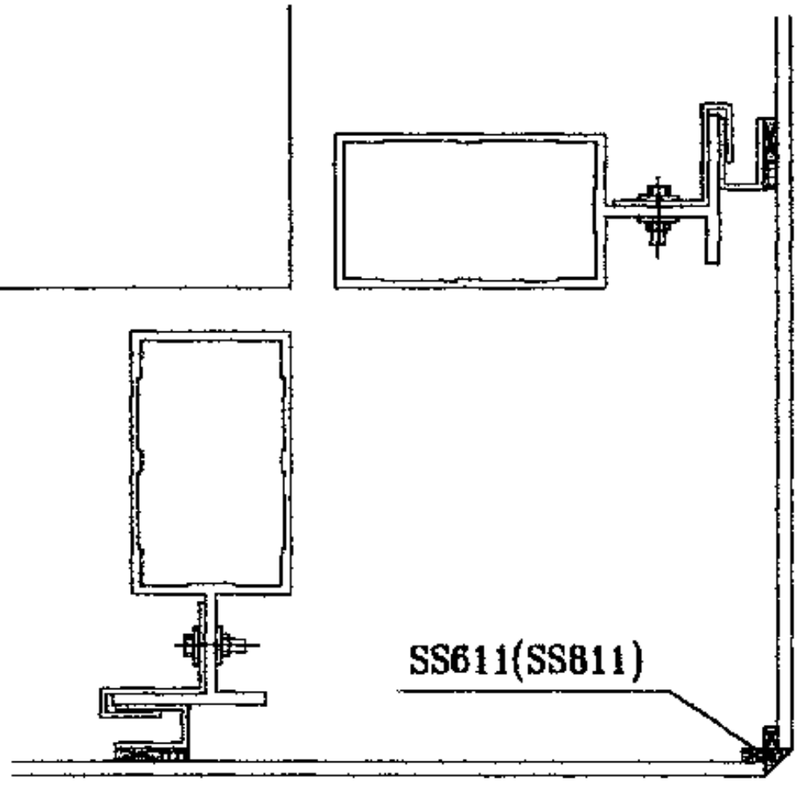




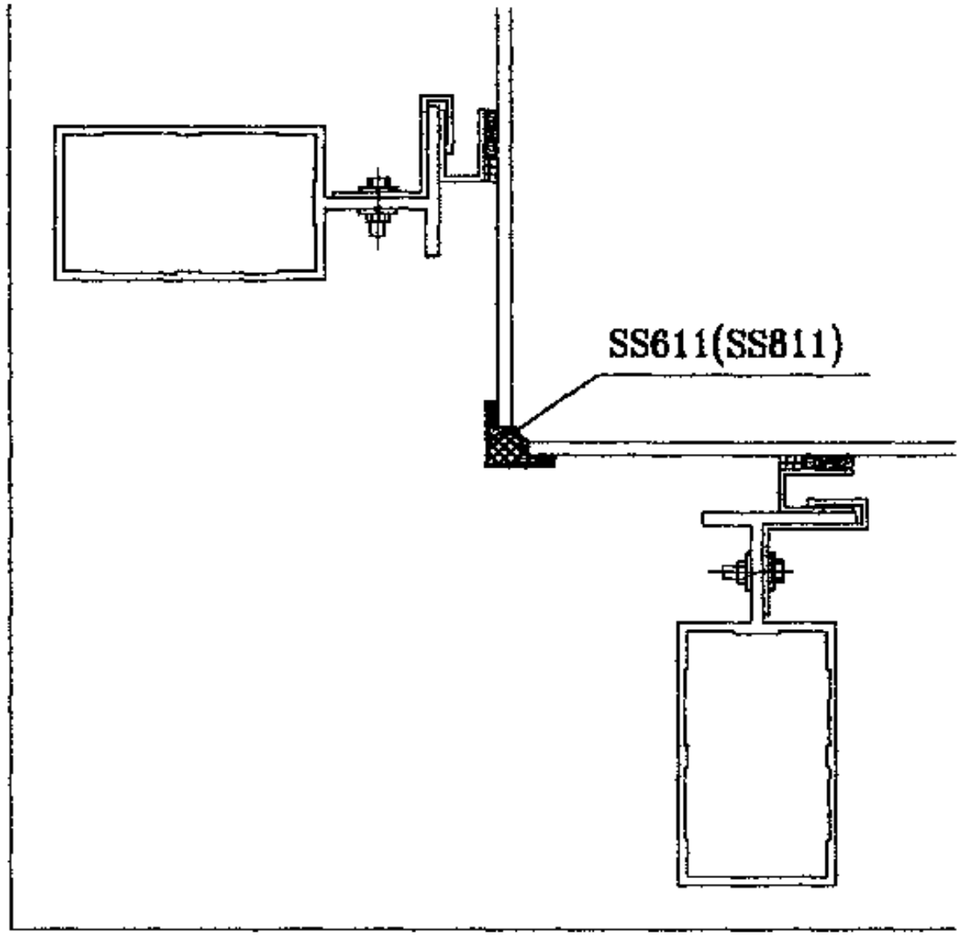
组合横梁式隐框幕墙胶缝④	图集号	01BY~101
	第	56 页



12. 隐框幕墙转角胶缝 ①	图集号	01BY-101
	第 57 页	

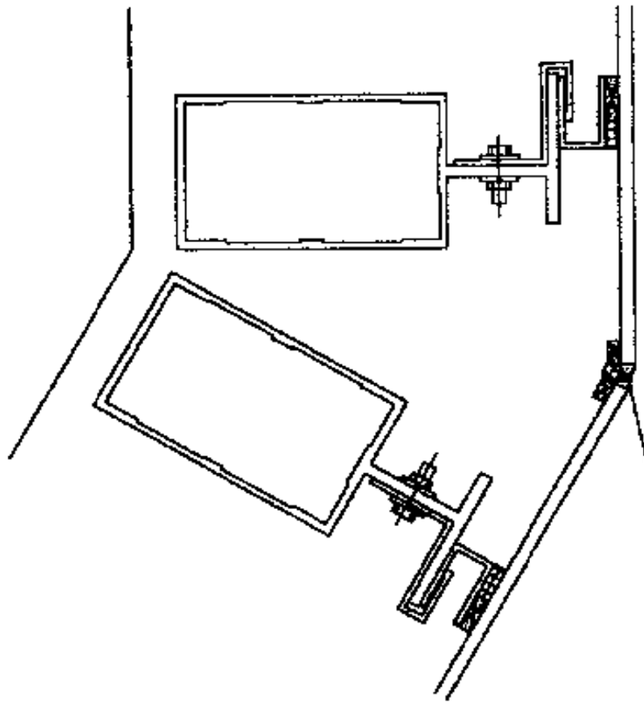


90°阳角

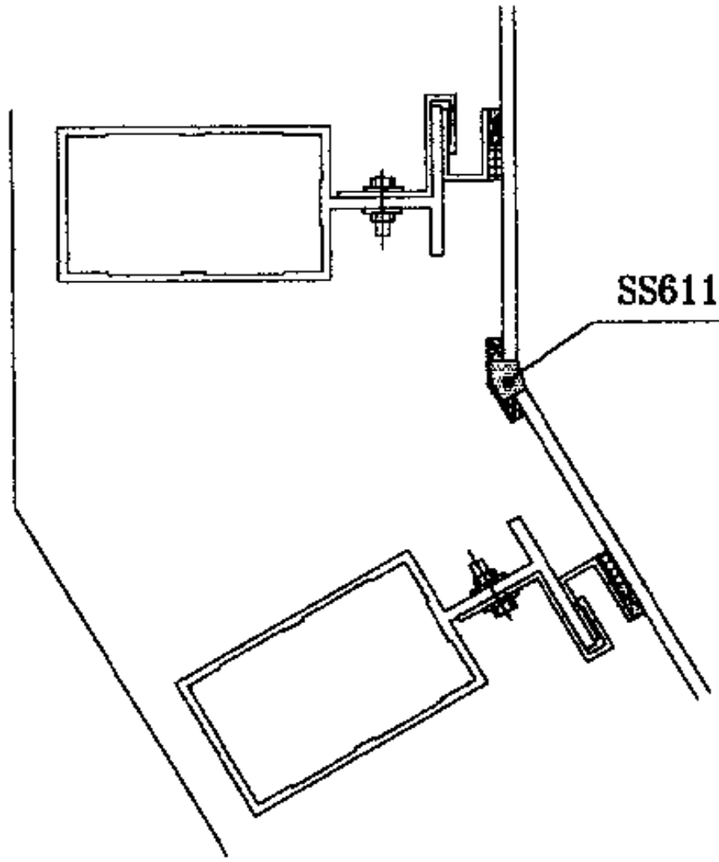


90°阴角

隐框幕墙转角胶缝 ②	图集号	01BY--101
	第	58 页

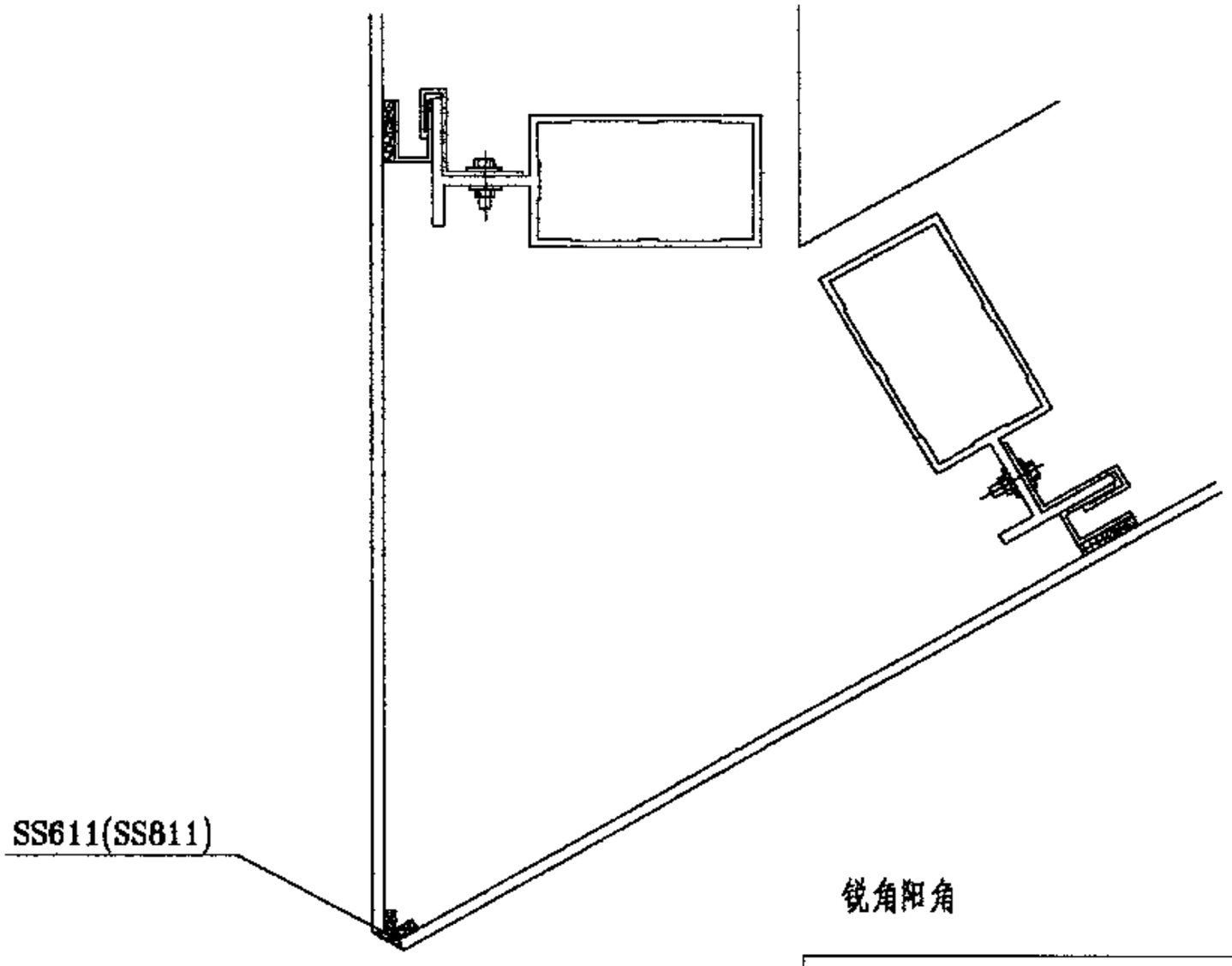


钝角阳角



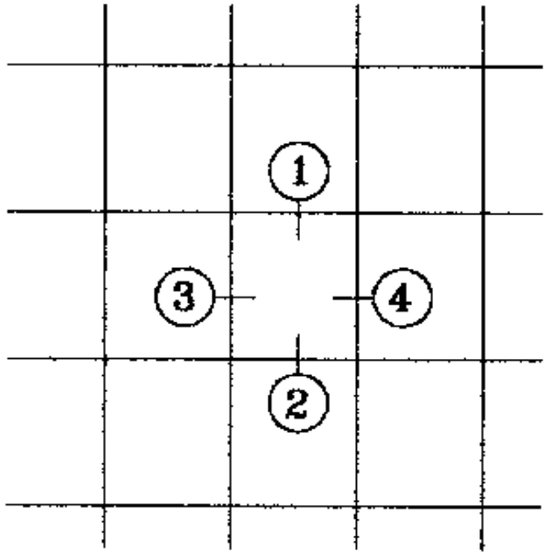
钝角阴角

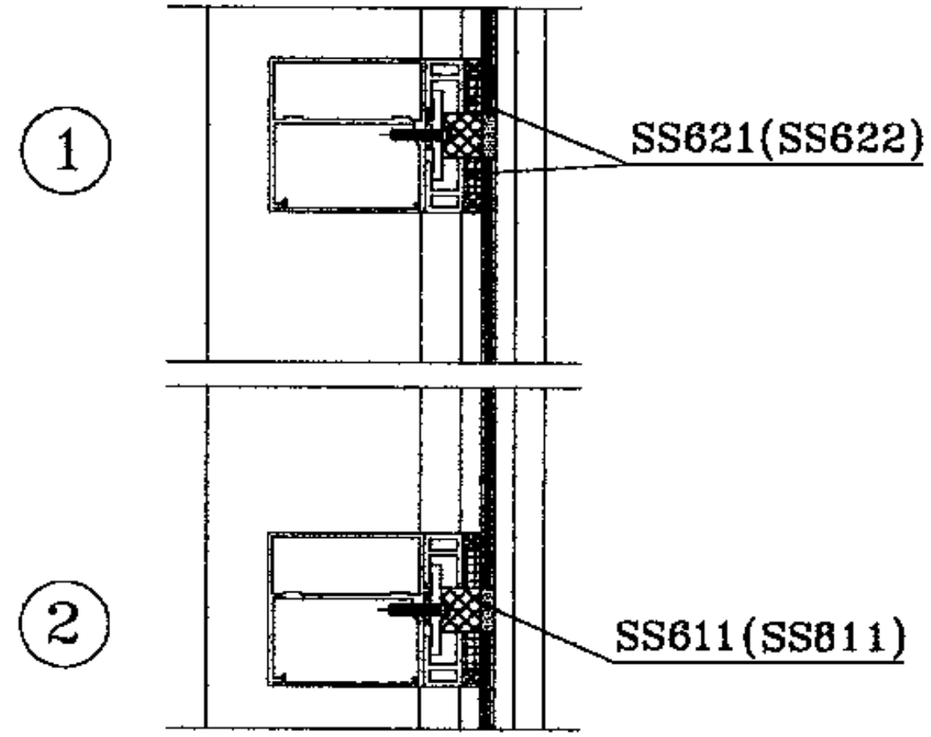
隐框幕墙转角胶缝 ③	图集号	01BY-101
	第 59 页	

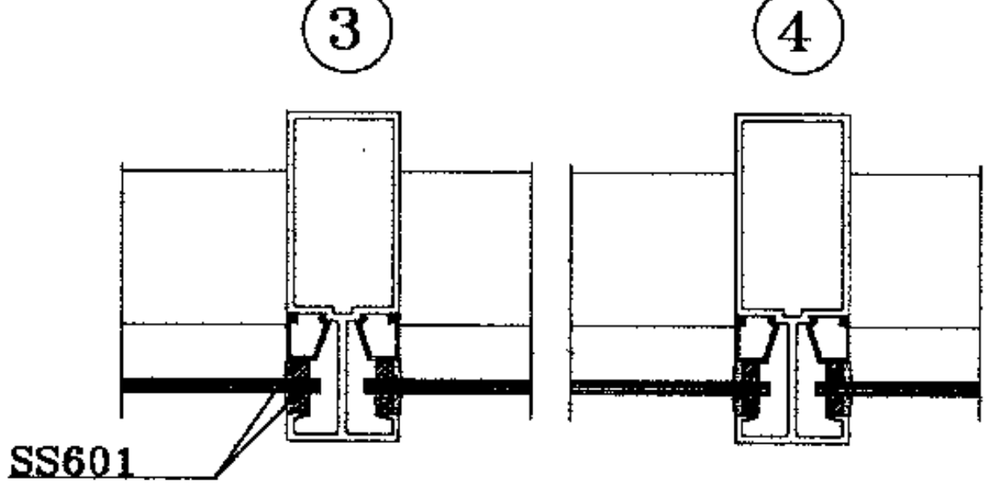


锐角阳角

隐框幕墙转角胶缝④	图集号	01BY-101
	第 60 页	



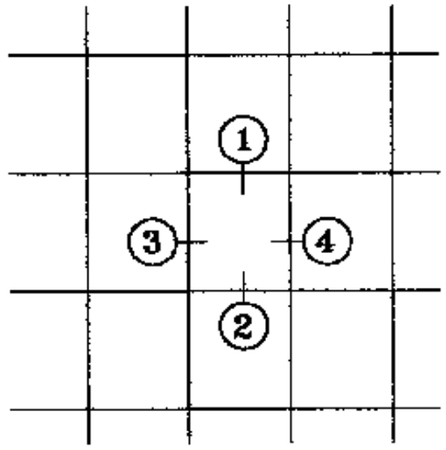




13. 横隐竖不隐式隐框幕墙胶缝

图集号 01BY-101

第 61 页



1

2

SS601(SS611 SS811)

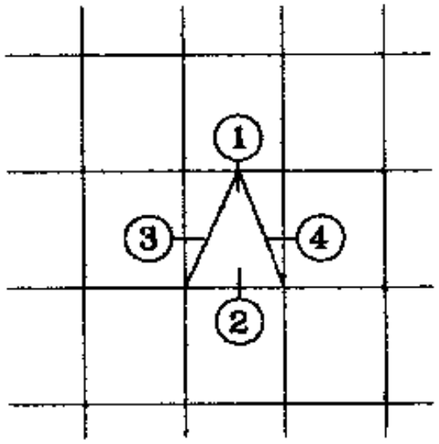
3

4

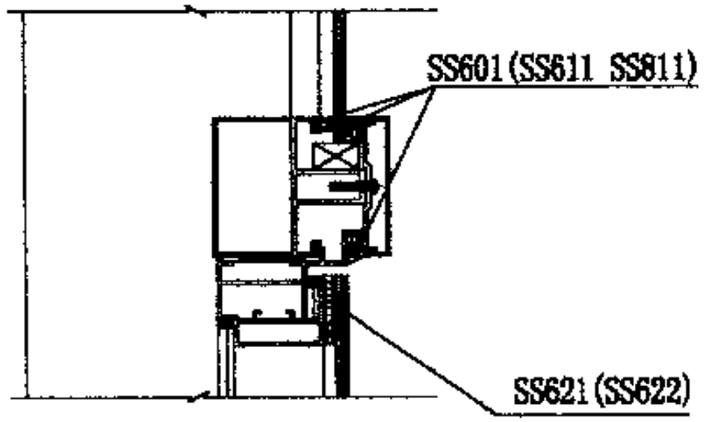
SS611(SS811)

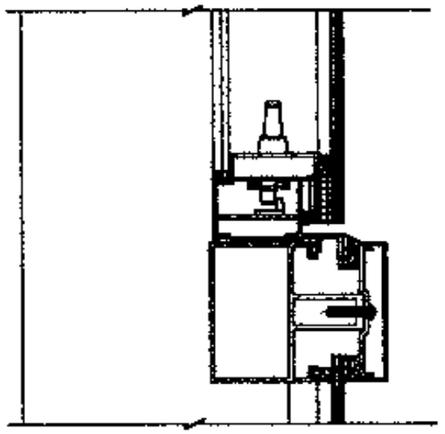
SS621(SS622)

14. 竖隐横不隐式隐框幕墙胶缝（一）	图集号	01BY-101
	第 62 页	



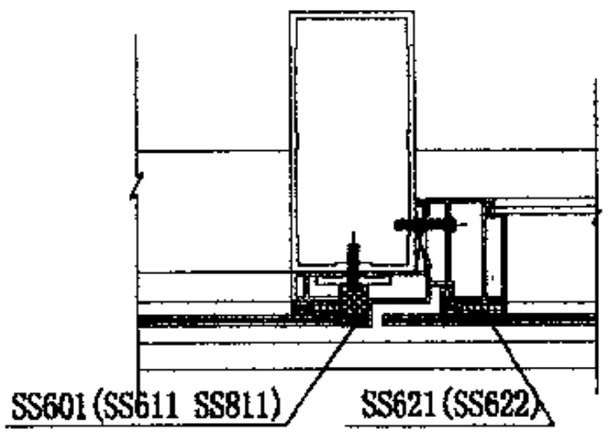
①



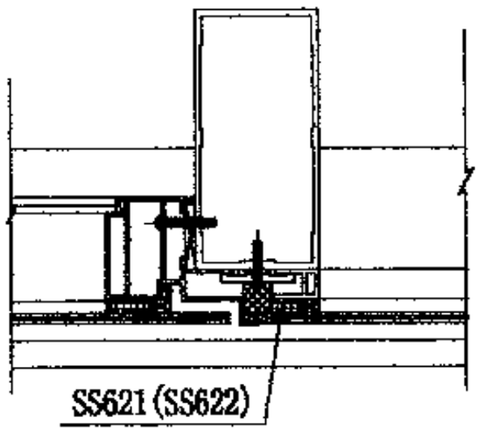


②

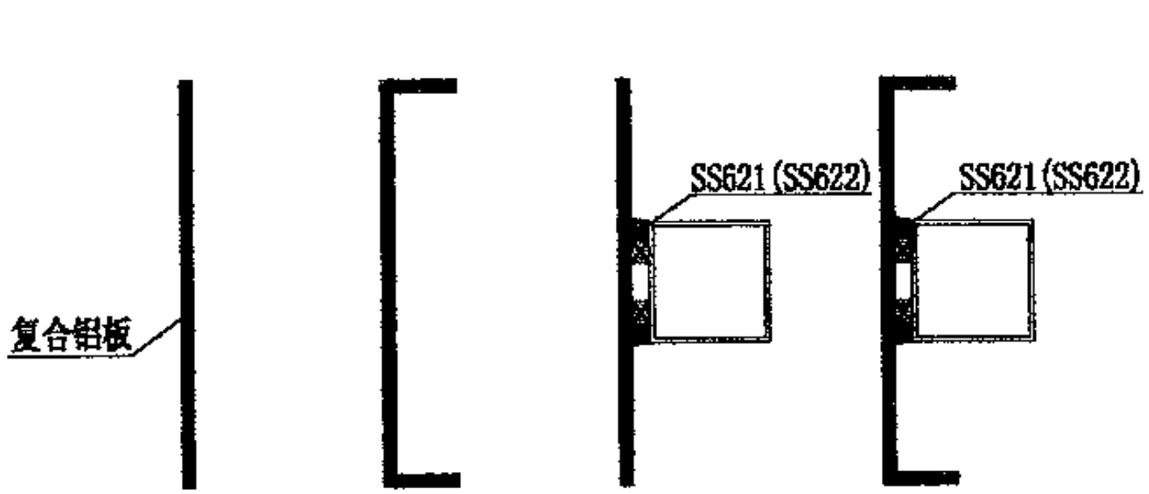
③

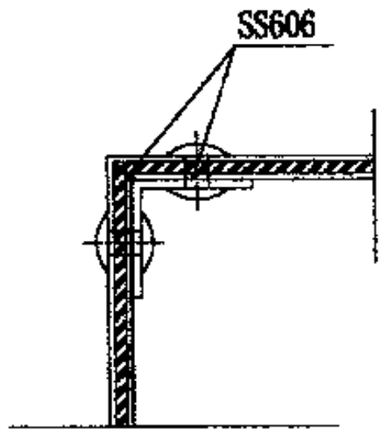


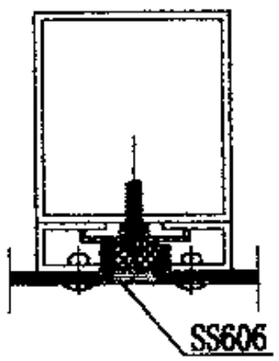
④

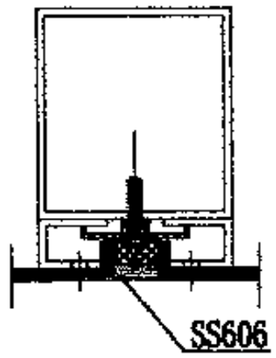


15. 竖隐横不隐式隐框幕墙胶缝（二）	图集号	01BY-101
	第 63 页	



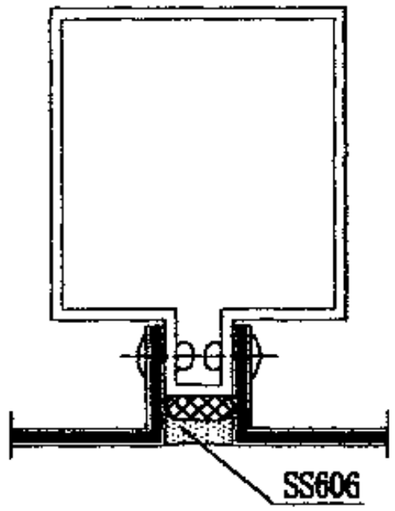


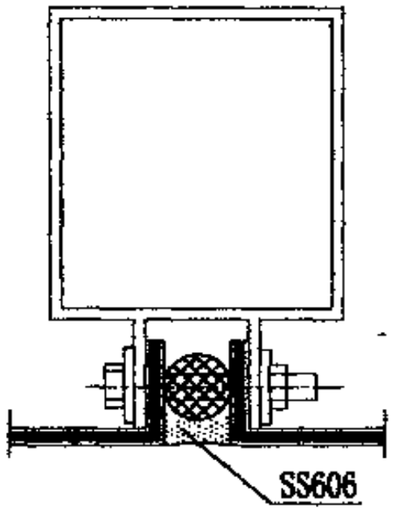


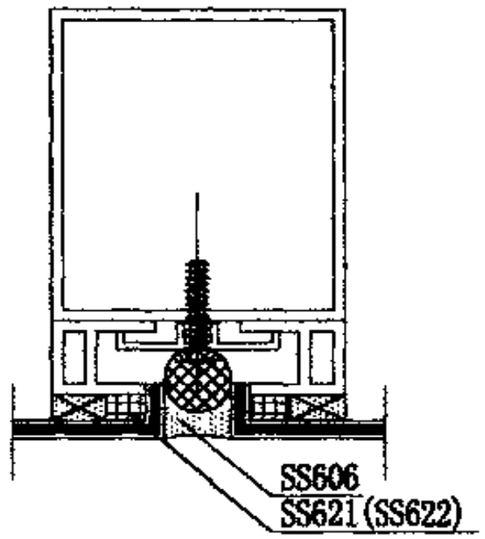


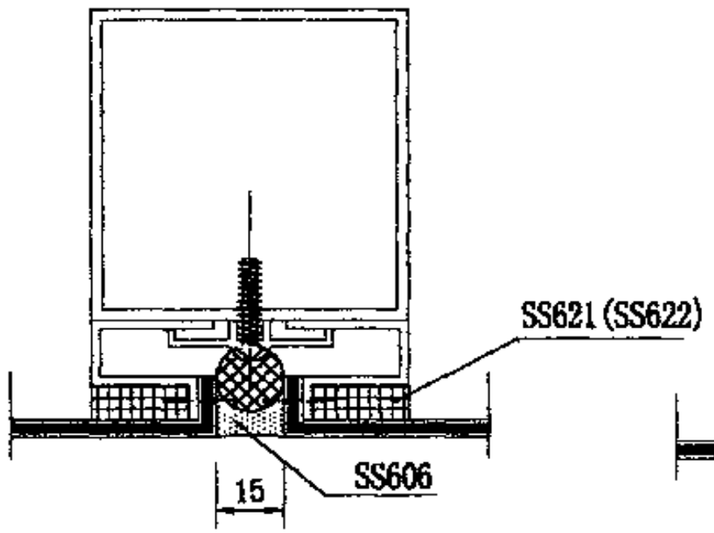
16. 复合铝板幕墙胶缝 ①

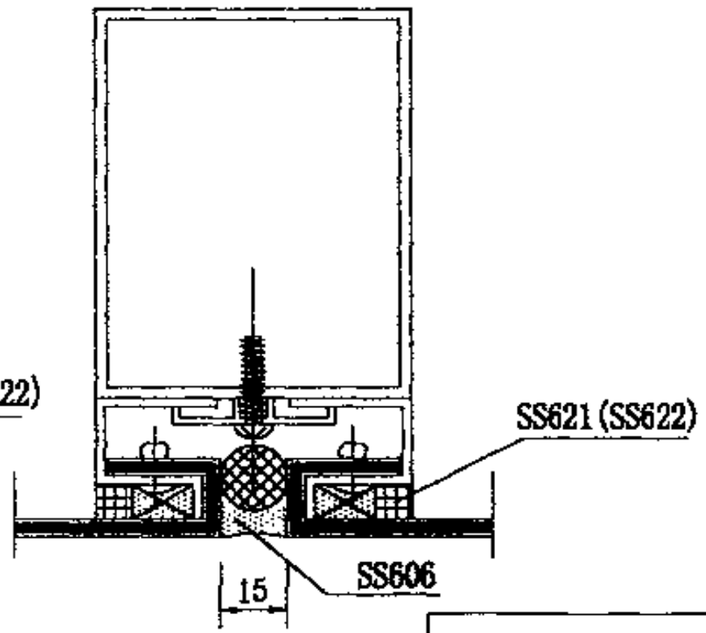
图集号	01BY-101
第	64 页

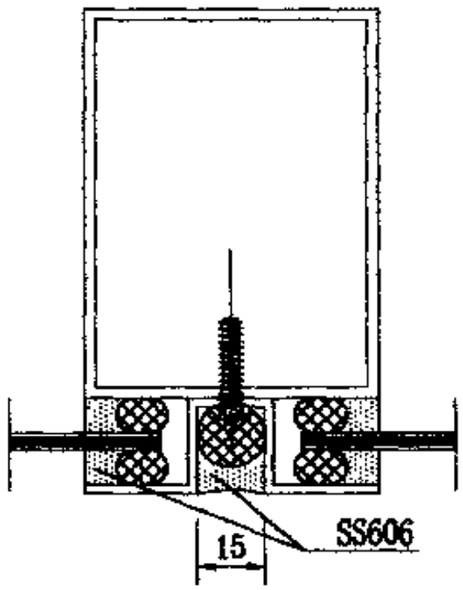




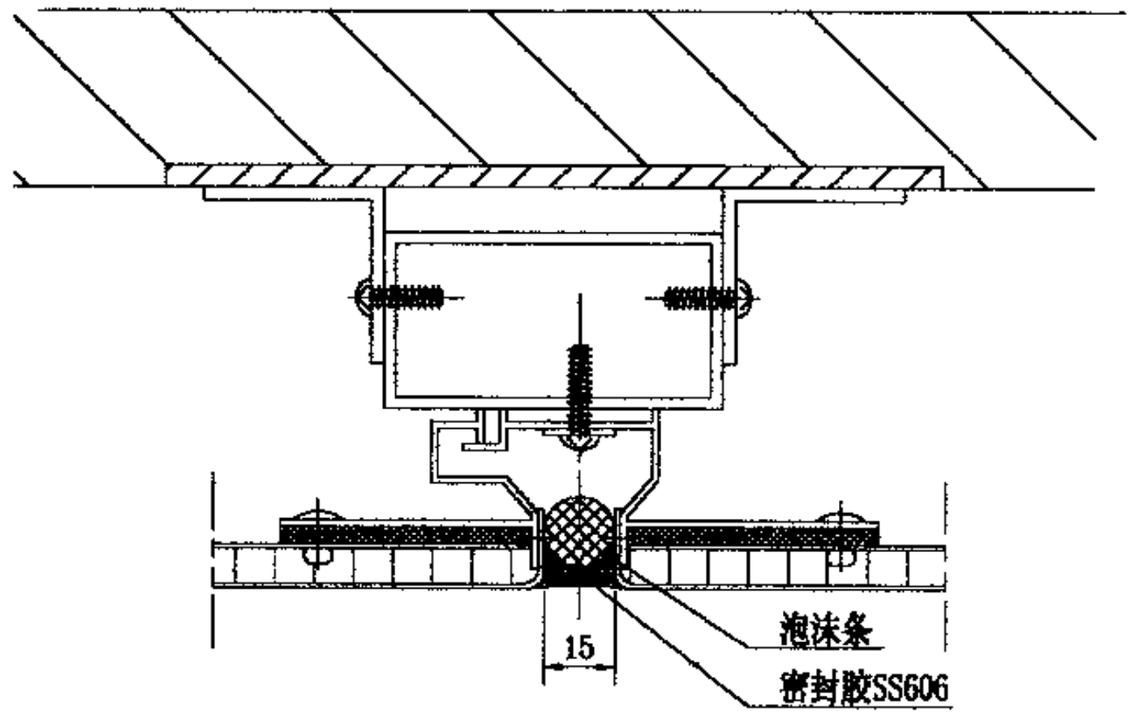




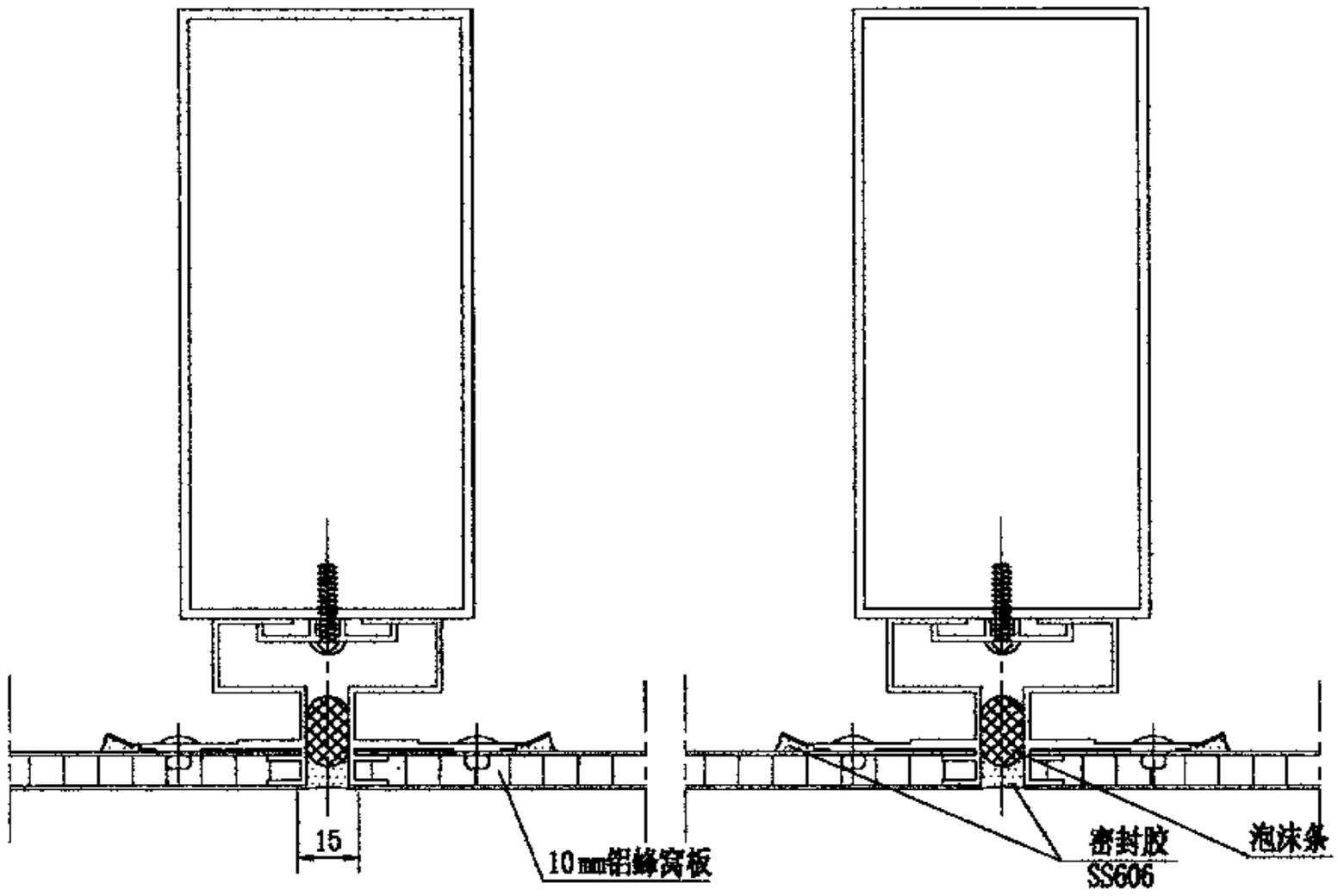




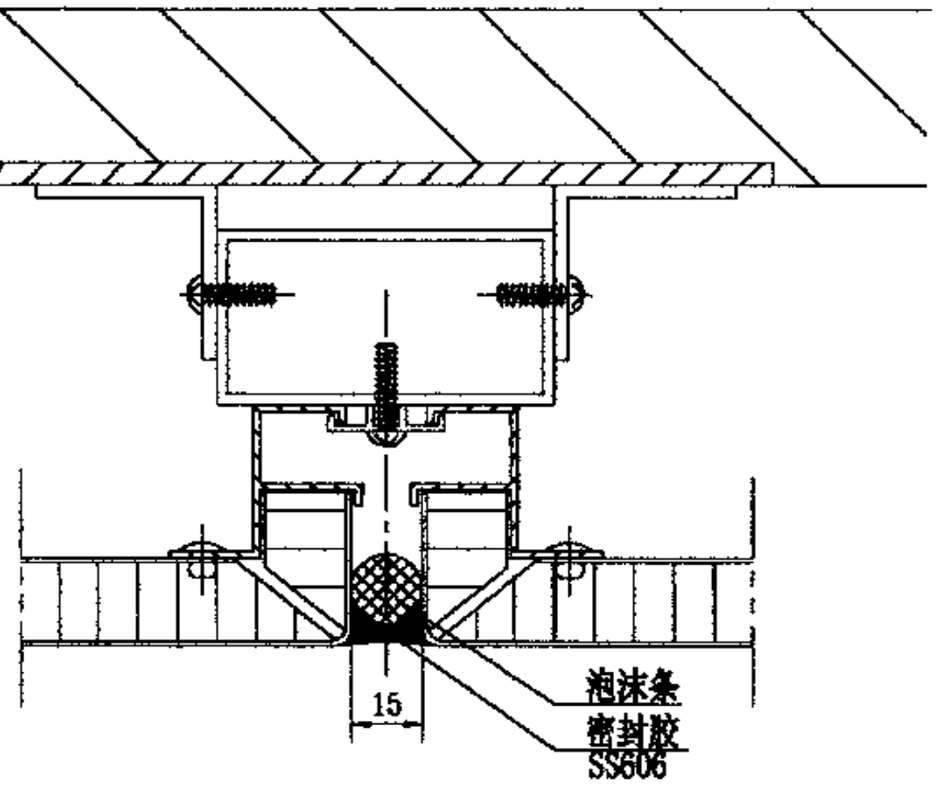
复合铝板幕墙胶缝 ②	图集号	01BY-101
	第	65 页



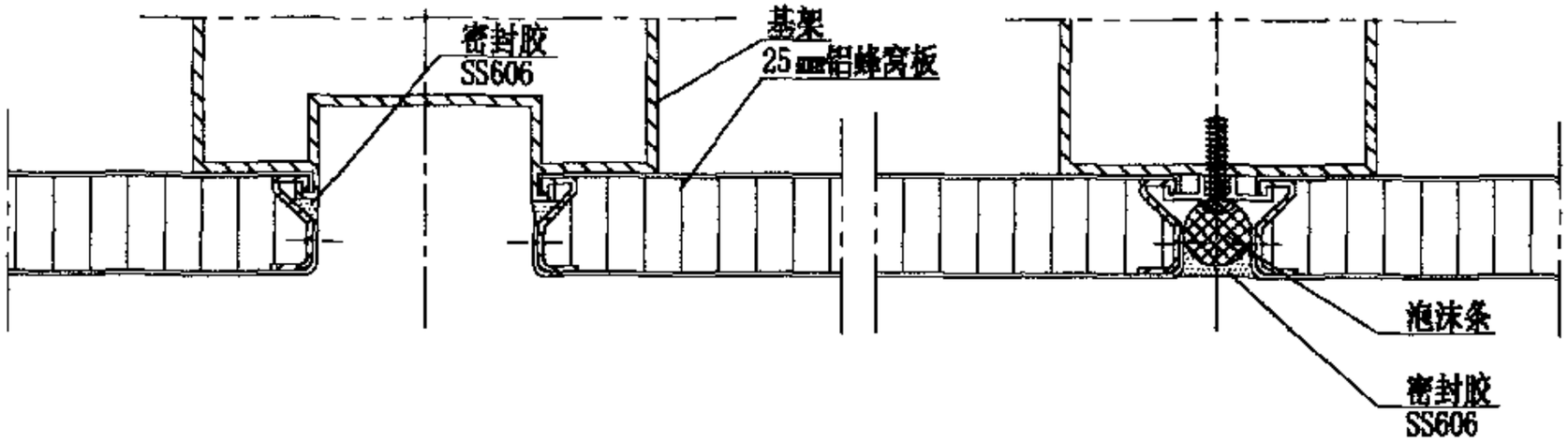
17. 铝蜂窝板幕墙胶缝 ①	图集号	01BY-101
	第	66 页



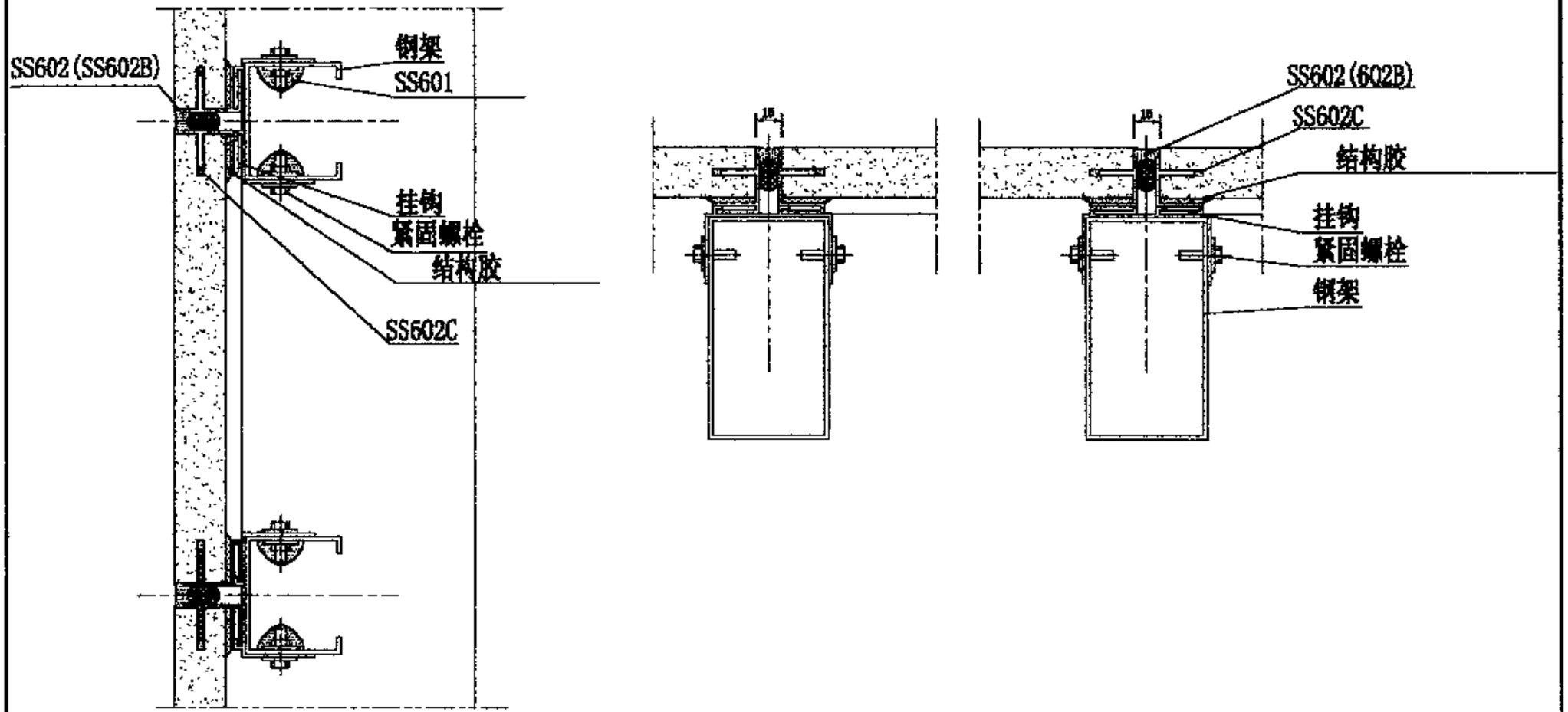
铝蜂窝板幕墙胶缝 ②	图集号	01BY-101
	第 67 页	



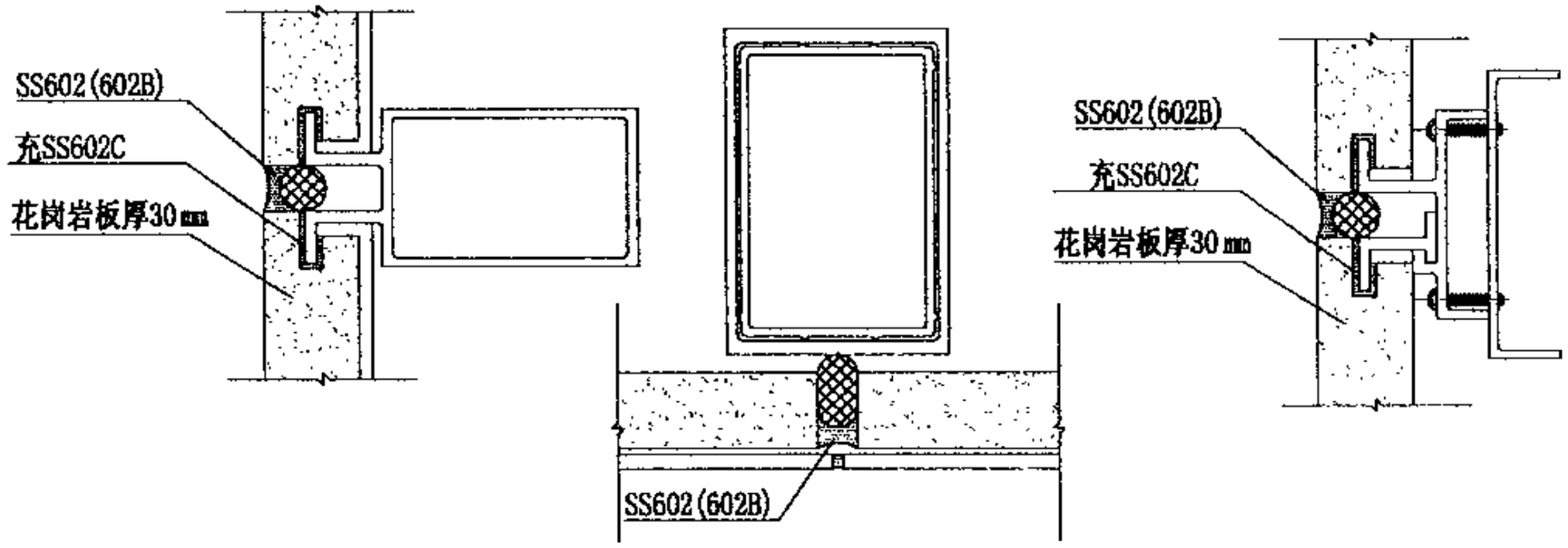
铝蜂窝板幕墙胶缝③	图集号	01BY-101
	第 68 页	



铝蜂窝板幕墙胶缝 ④	图集号	01BY-101
	第 69 页	

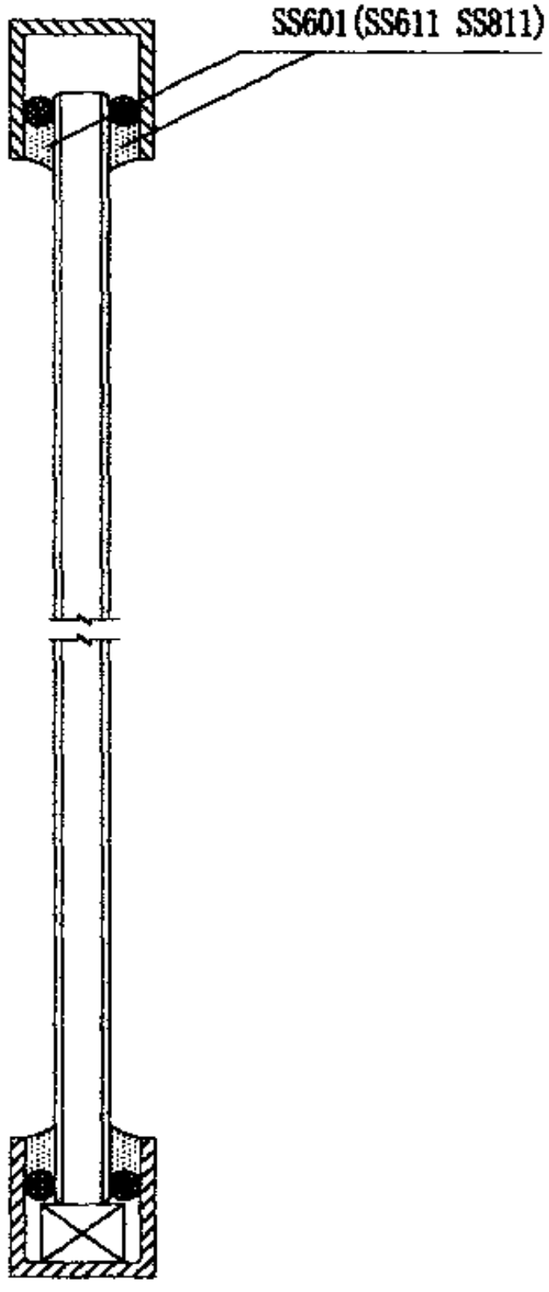


18. 外插式半单元(小单元)式花岗石幕墙胶缝	图集号	01BY-101
	第	70 页



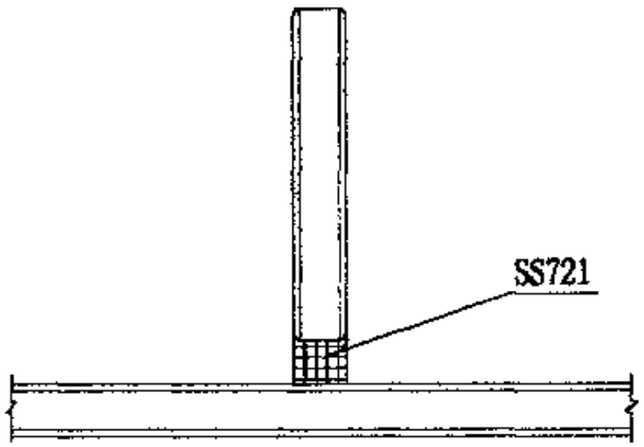
19. 花岗石板幕墙胶缝	图集号	01BY-101
	第 71 页	

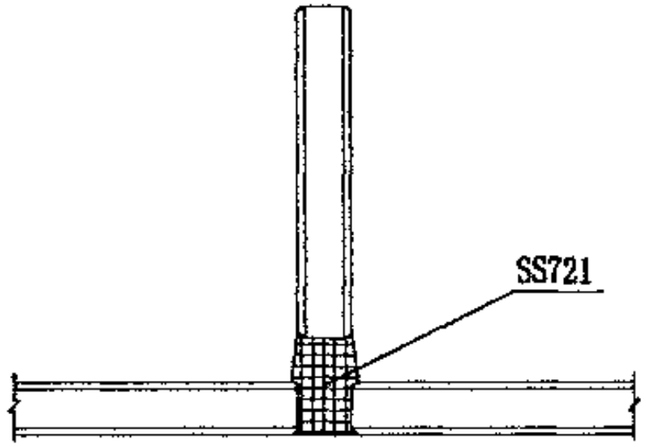
三、全玻璃幕墙胶缝

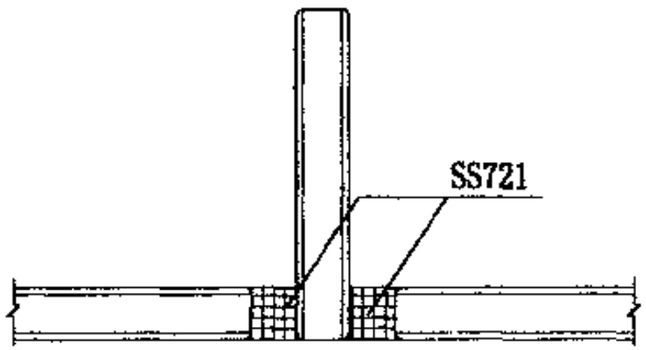


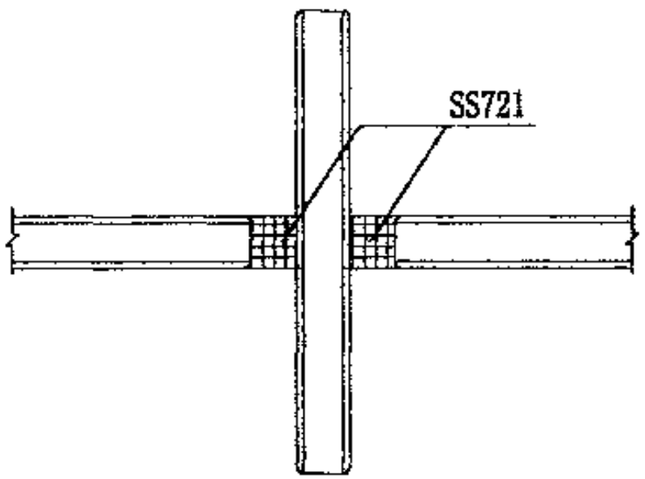
1. 大片玻璃胶缝

图集号	01BY-101
第	72 页





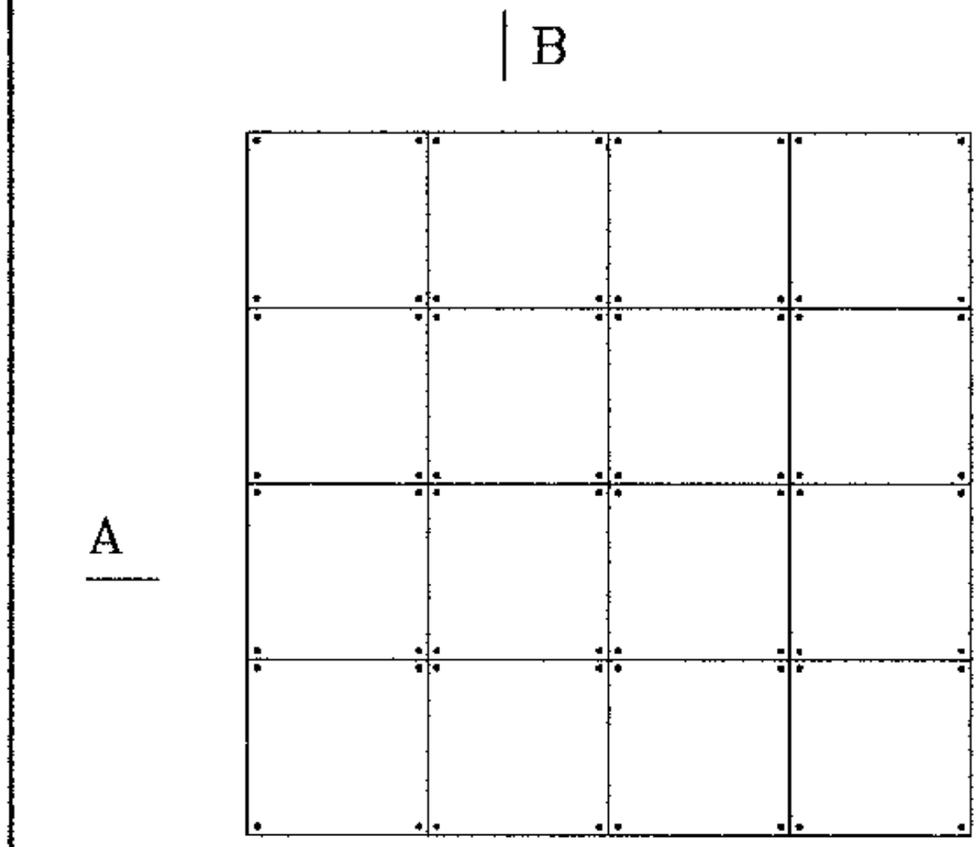




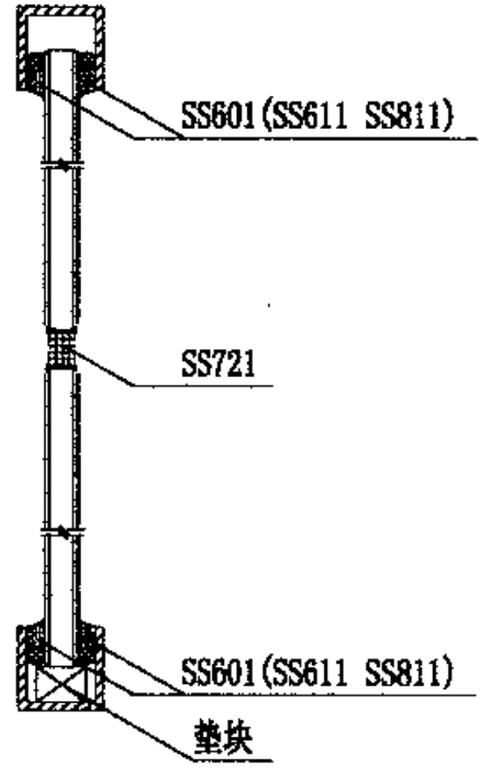
2. 玻璃肋胶接全玻璃幕墙胶缝

图集号 01BY-101

第 73 页



A—A

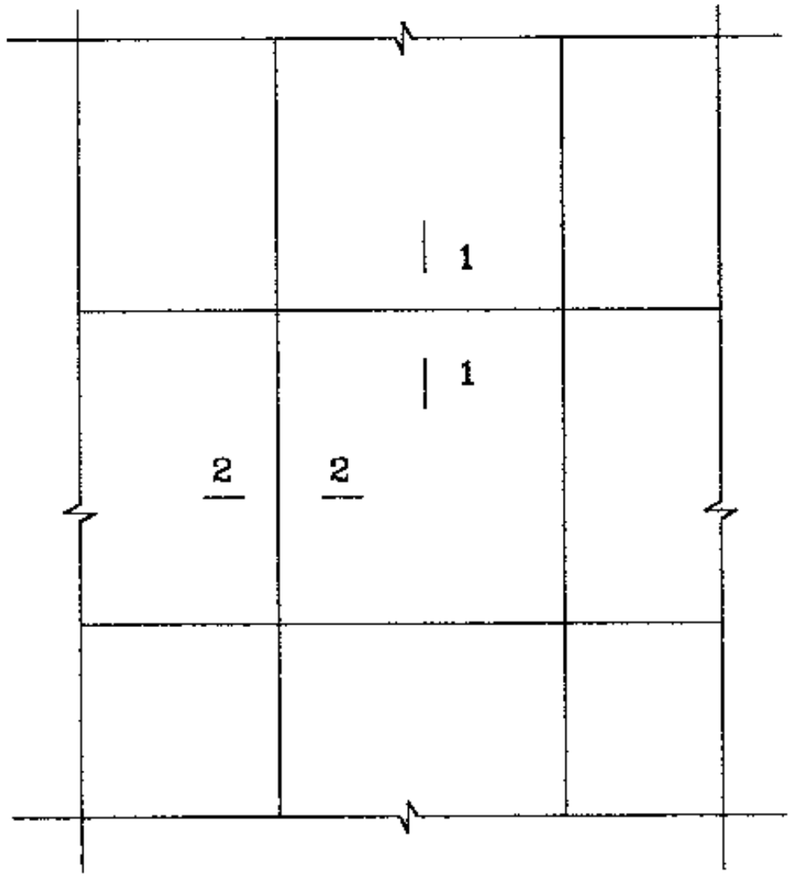


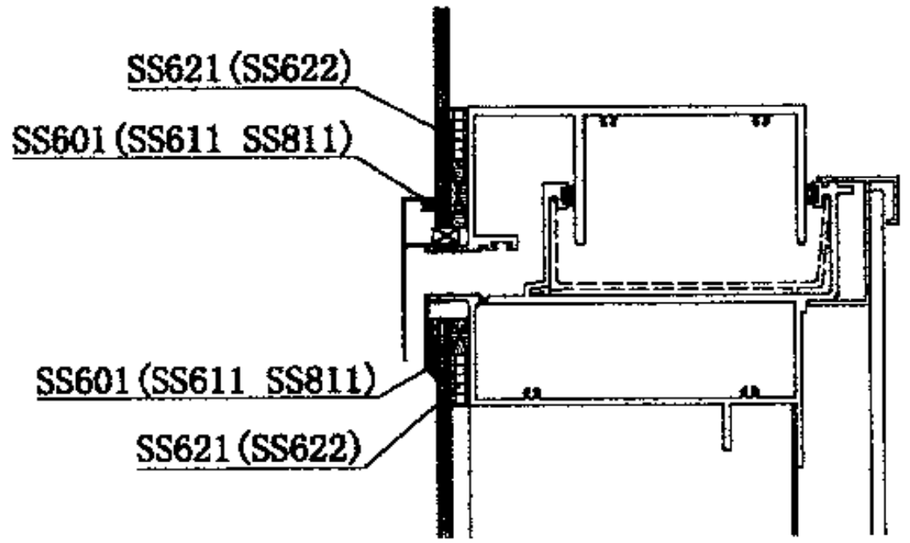
B—B

3. 点连接玻璃幕墙胶缝

图集号	01BY-101
第	74 页

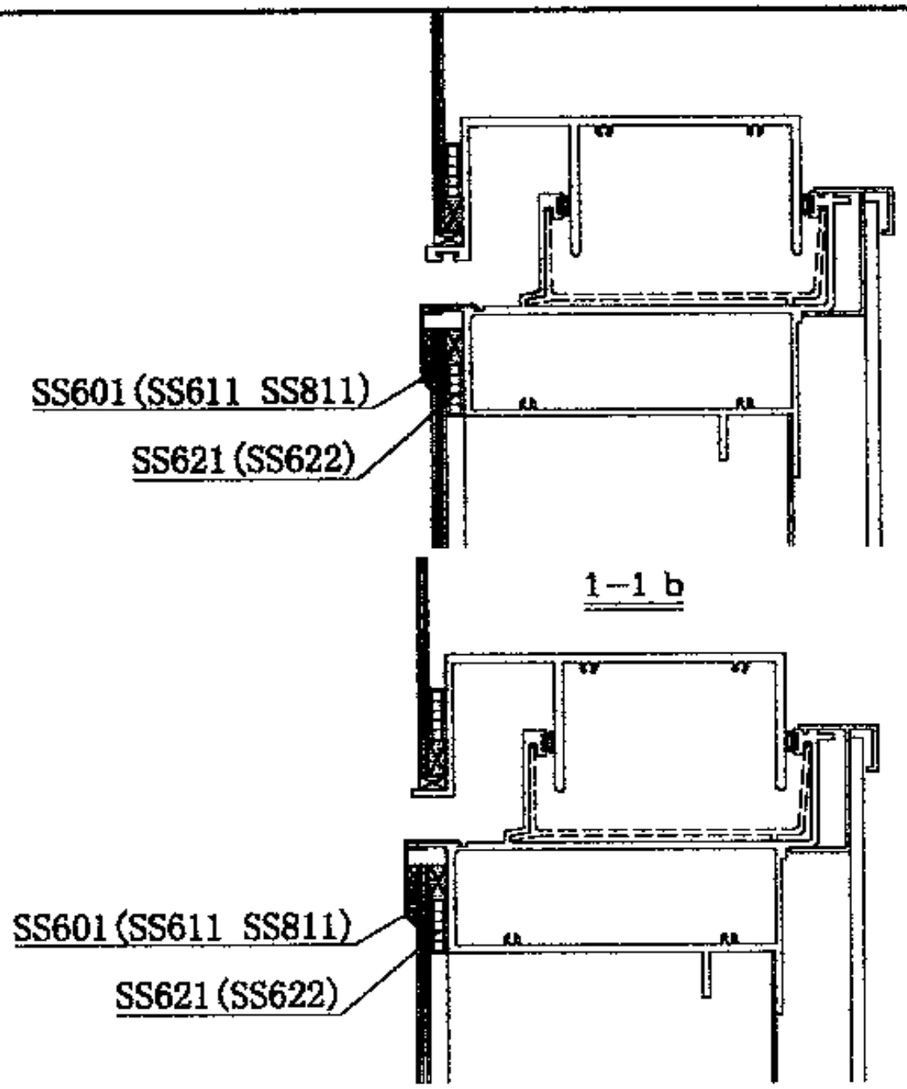
四、单元式幕墙胶缝





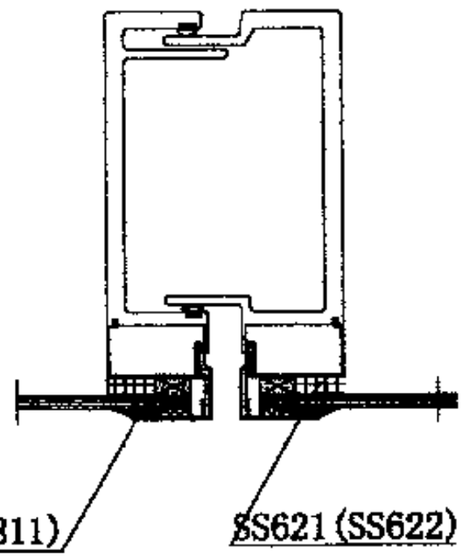
1—1 a

1. AU式单元式幕墙胶缝（一）①	图集号	01BY-101
	第 75 页	



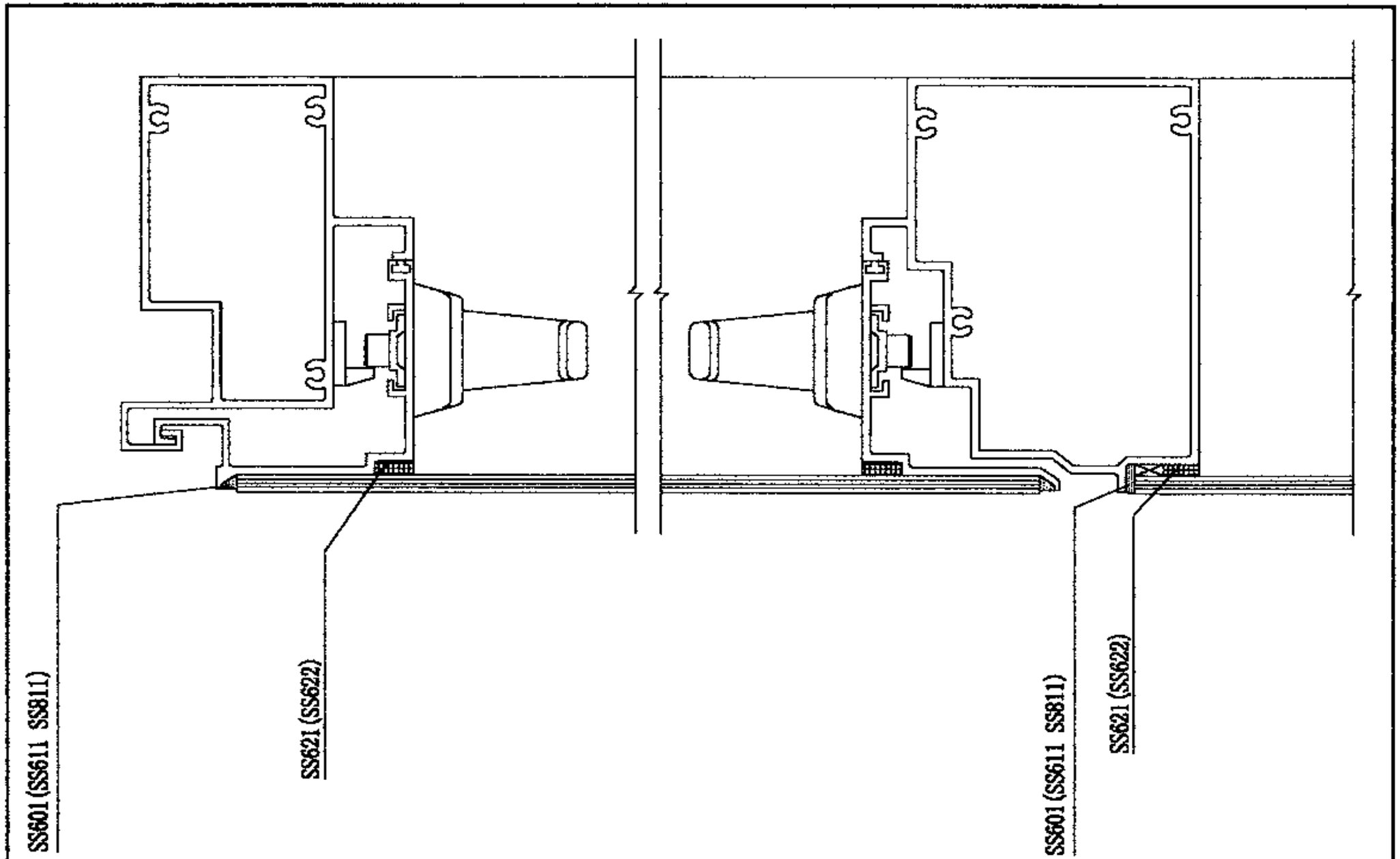
1—1 b

1—1 c

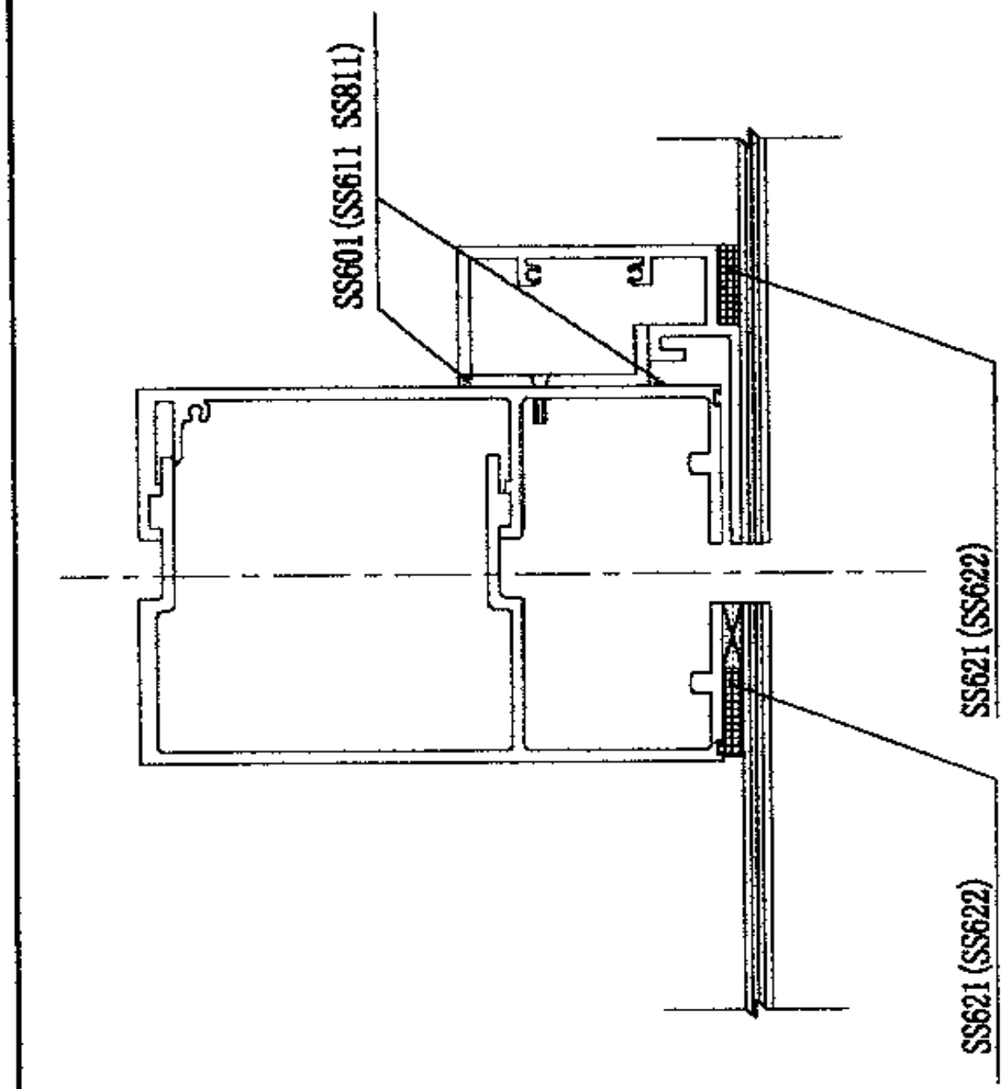


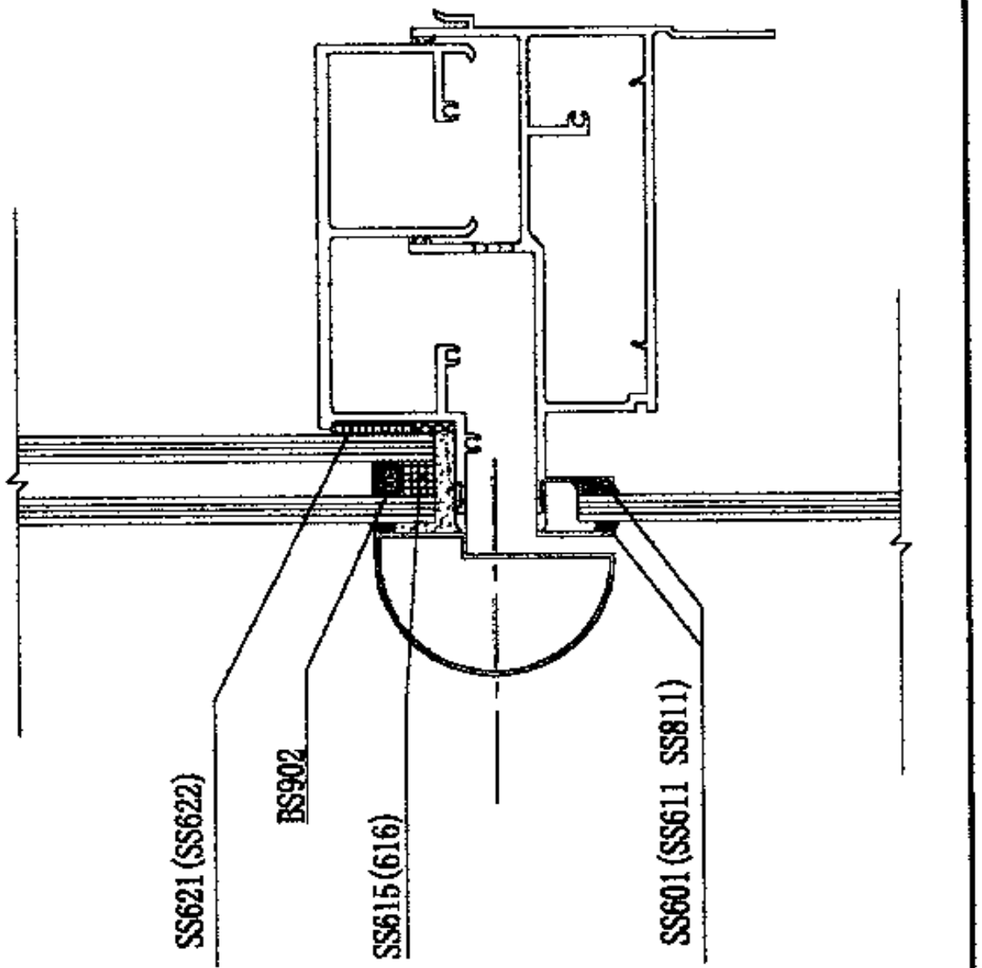
2—2

AU式单元式幕墙胶缝（一）②	图集号	01BY-101
	第 76 页	

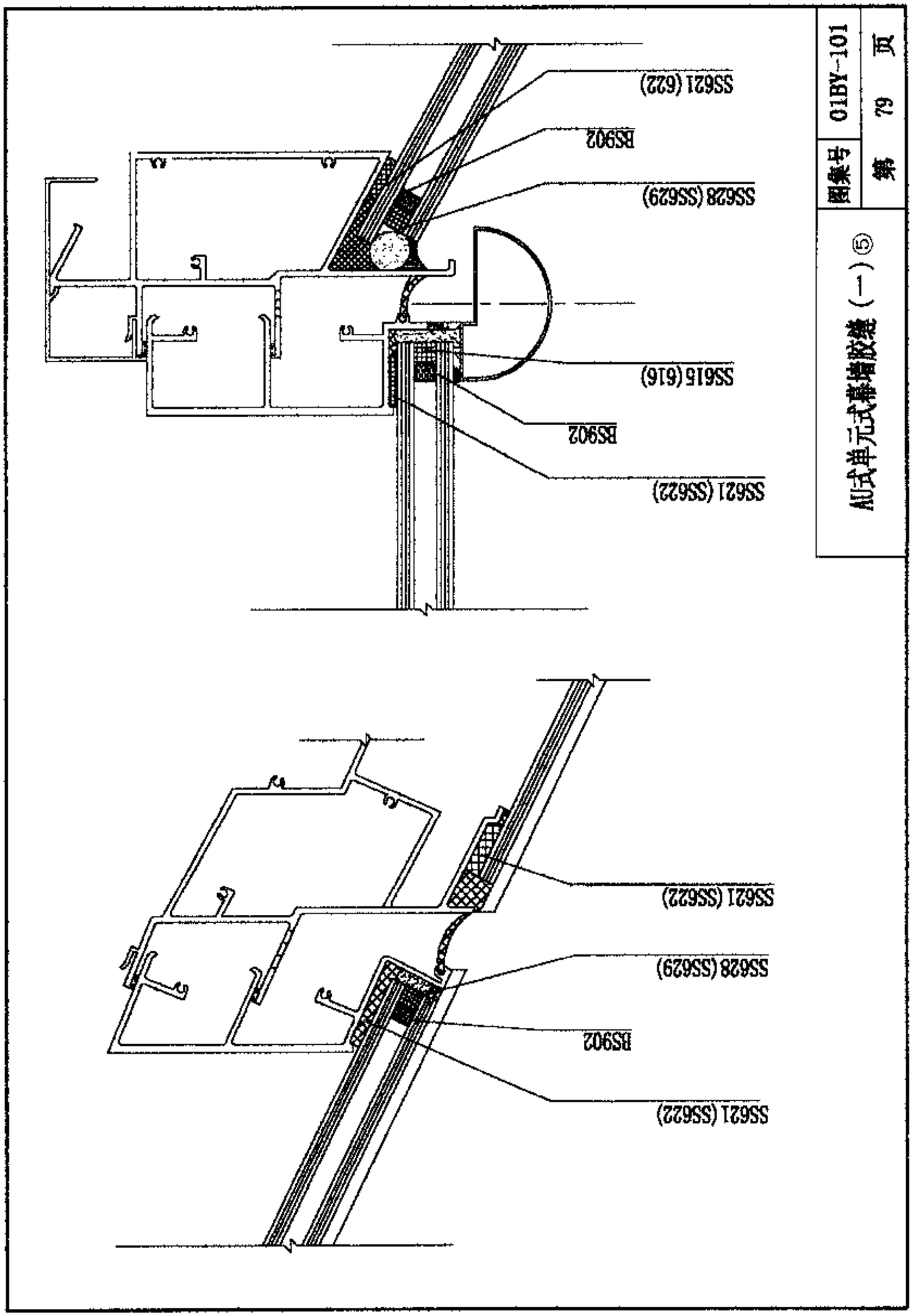


AU式单元式幕墙胶缝（一）③	图集号	01BY-101
	第 77 页	



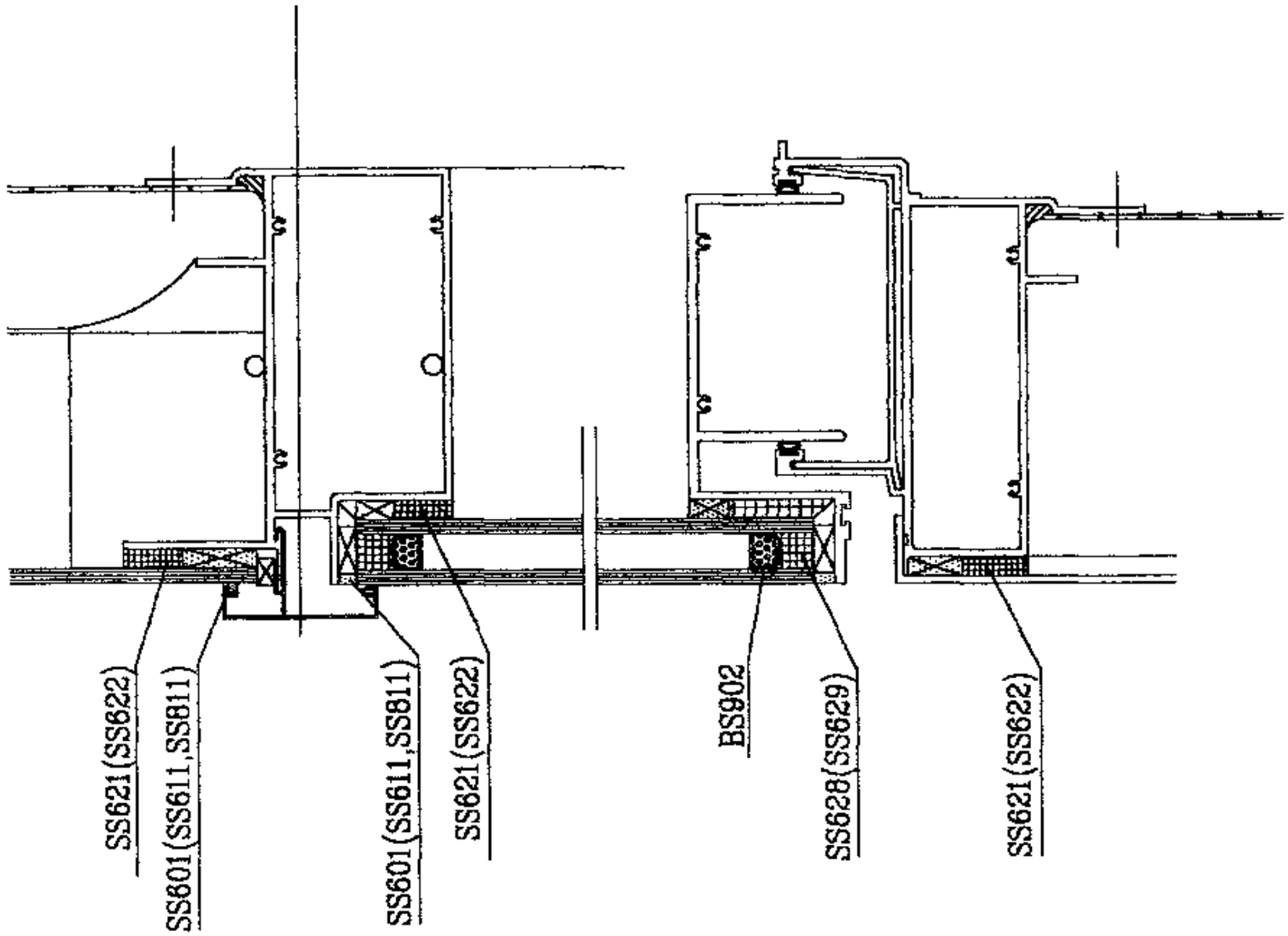


AU式单元式幕墙胶缝（一）④	图集号	01BY-101
	第 78 页	

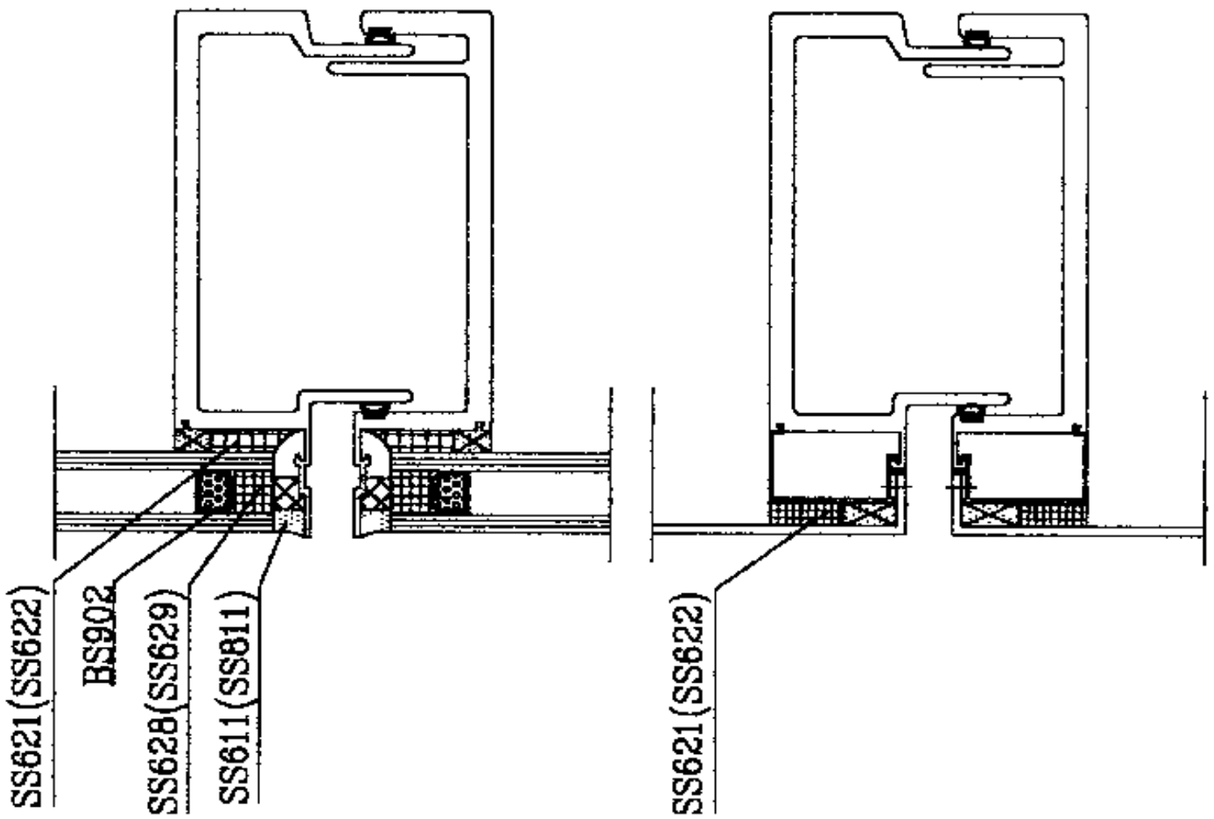


AU式单元式幕墙胶缝（一）⑤

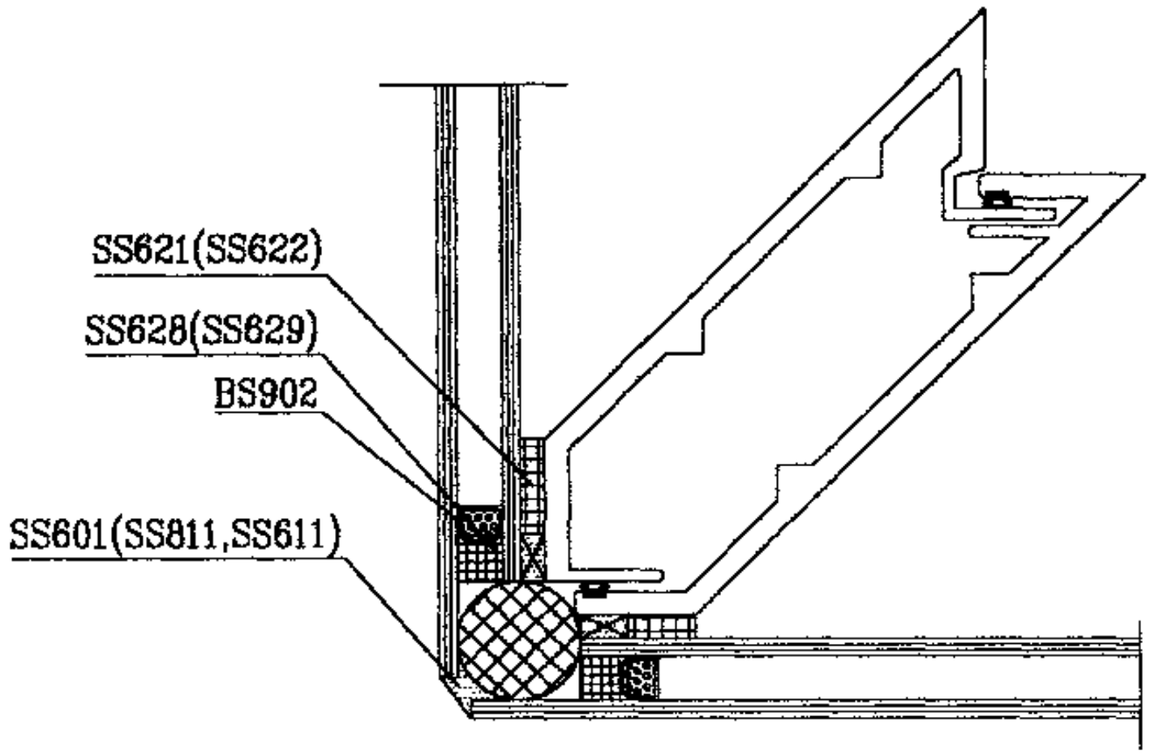
图集号	01BY-101
第	79 页



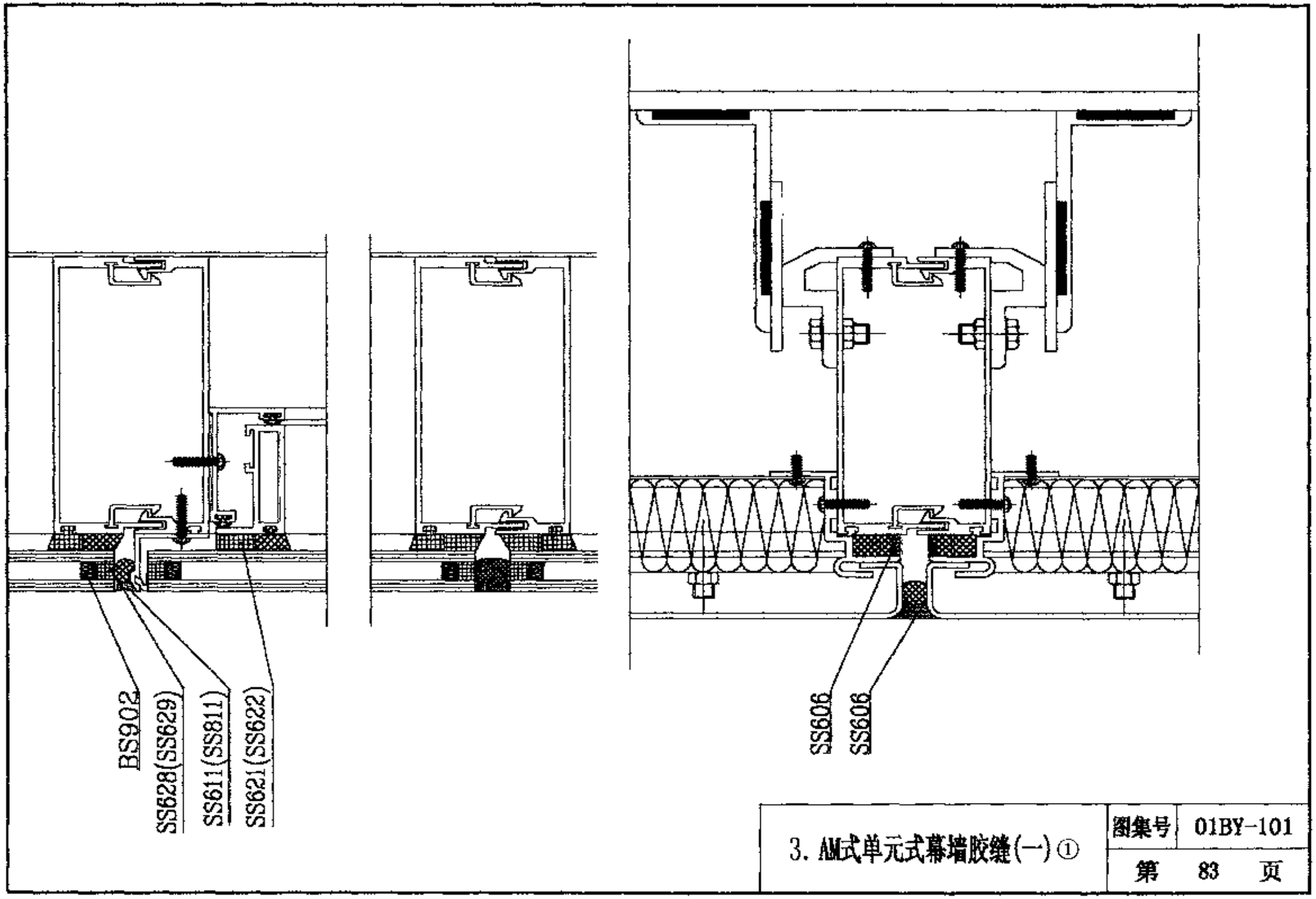
AU式单元式幕墙胶缝（一）⑥	图集号	01BY-101
	第 80 页	



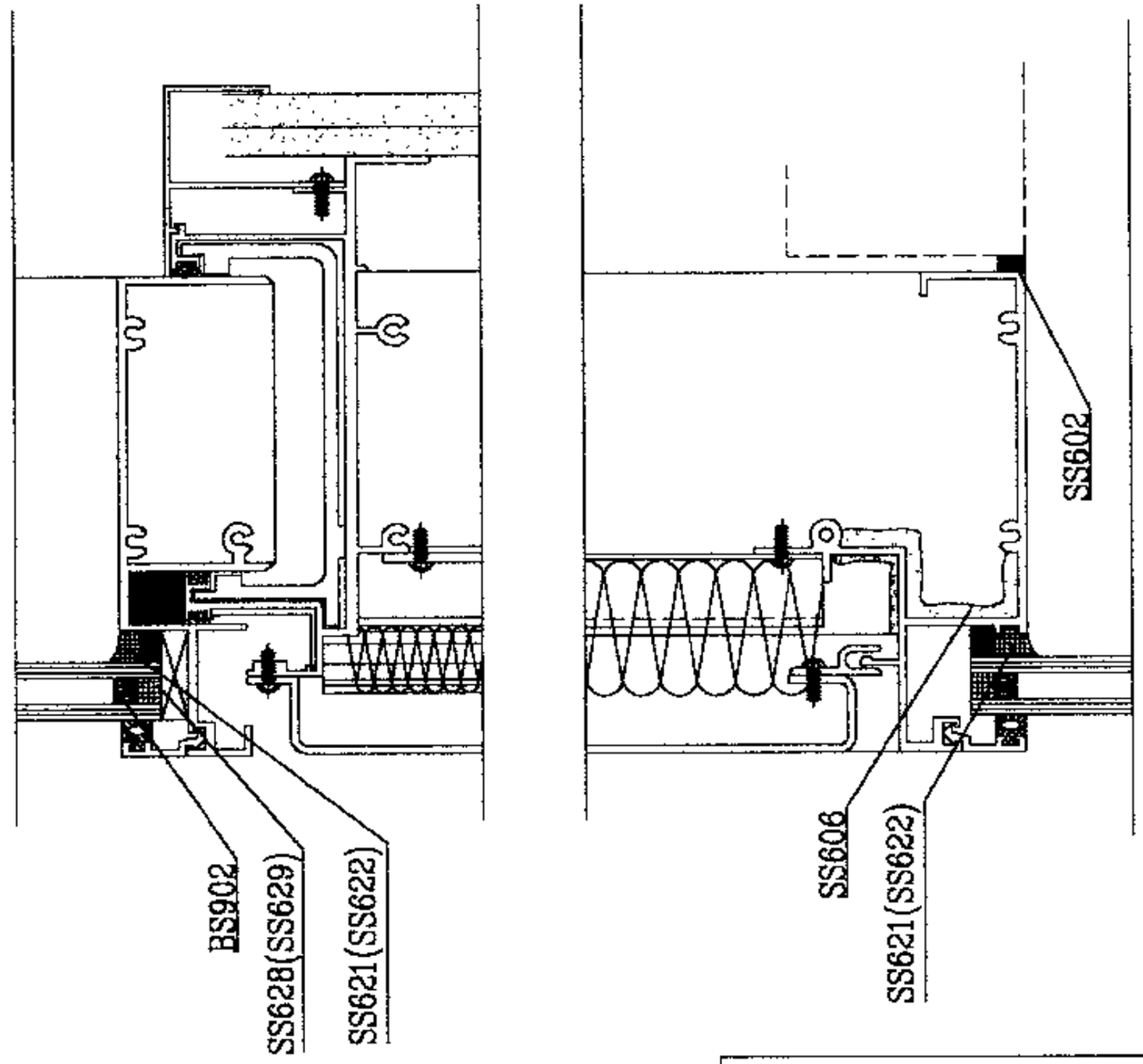
2. AU式单元式幕墙胶缝（二）①	图集号	01BY-101
	第 81 页	



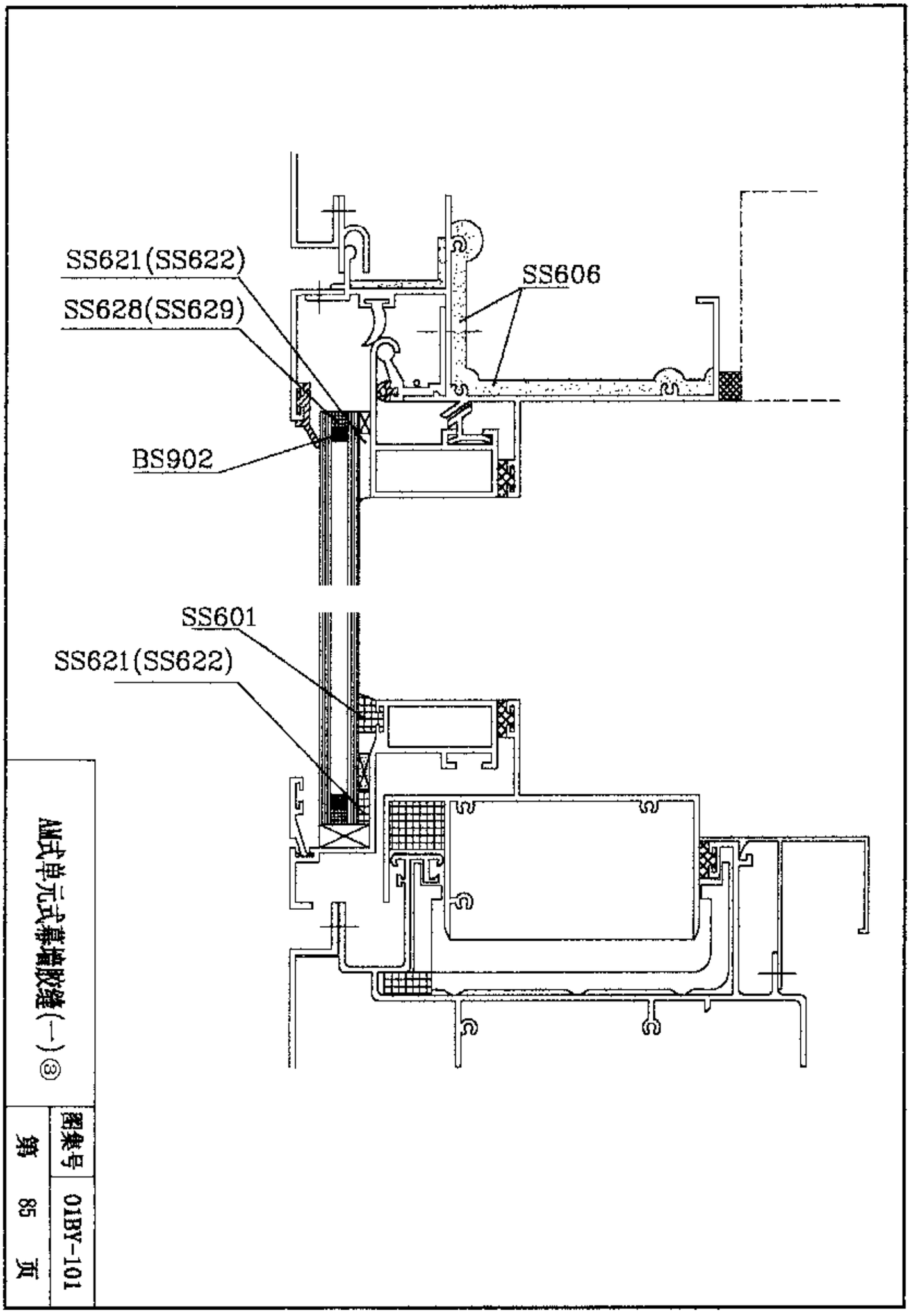
AU式单元式幕墙胶缝（二）②	图集号	01BY-101
	第 82 页	



3. AM式单元式幕墙胶缝(一)①	图集号	01BY-101
	第	83 页

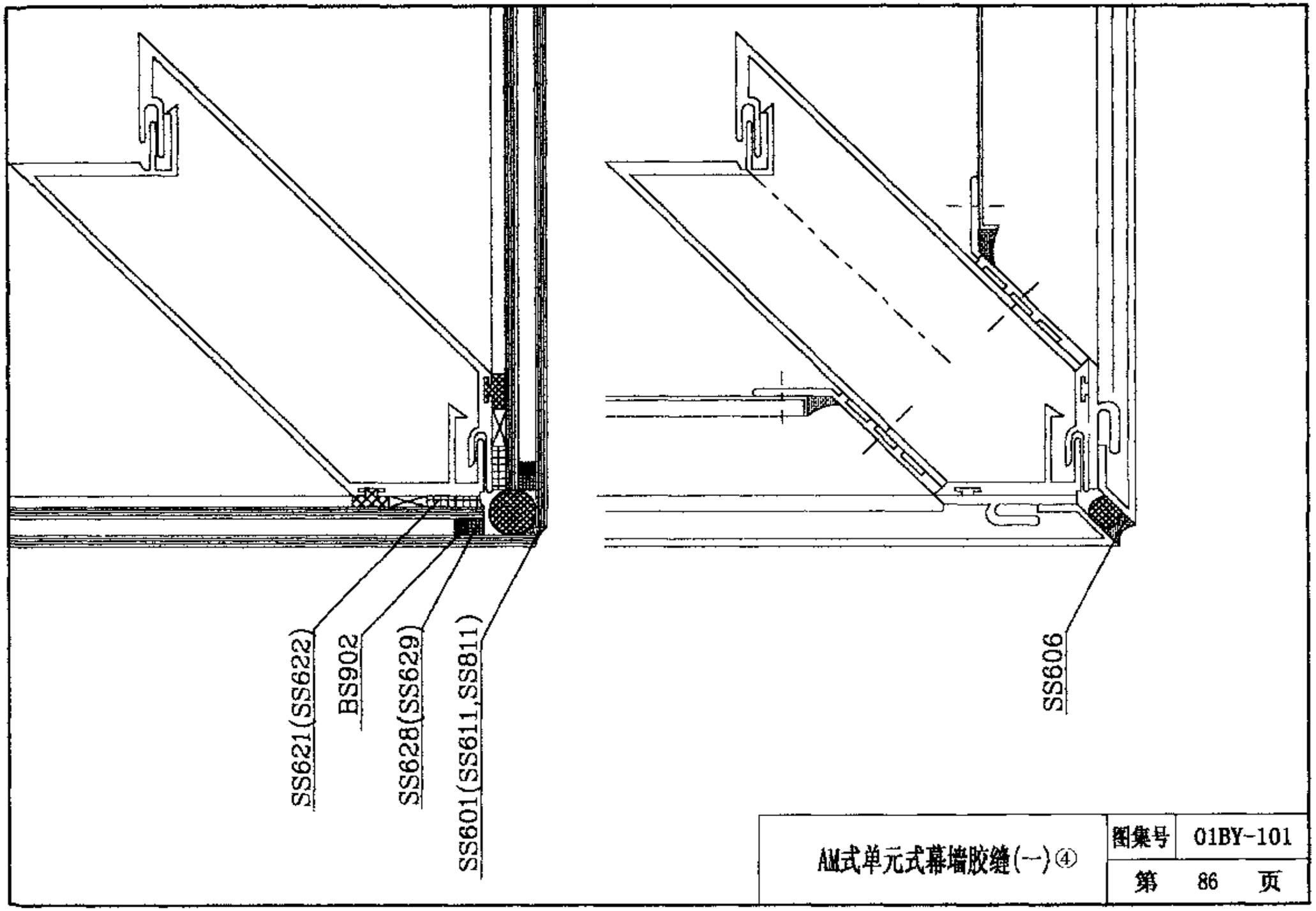


AM式单元式幕墙胶缝(一) ②	图集号	01BY-101
	第 84 页	

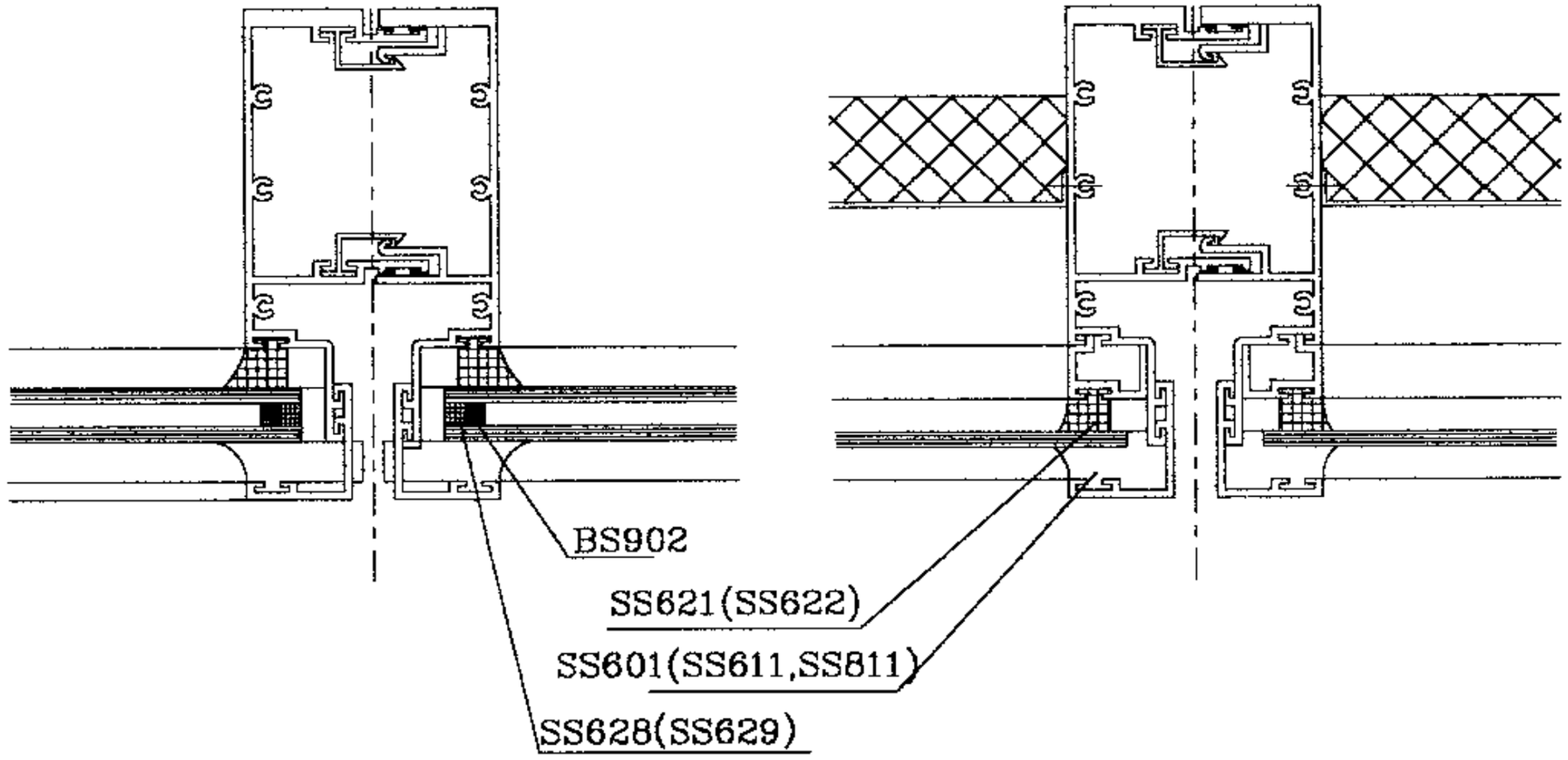


图集号	01BY-101
第 85 页	

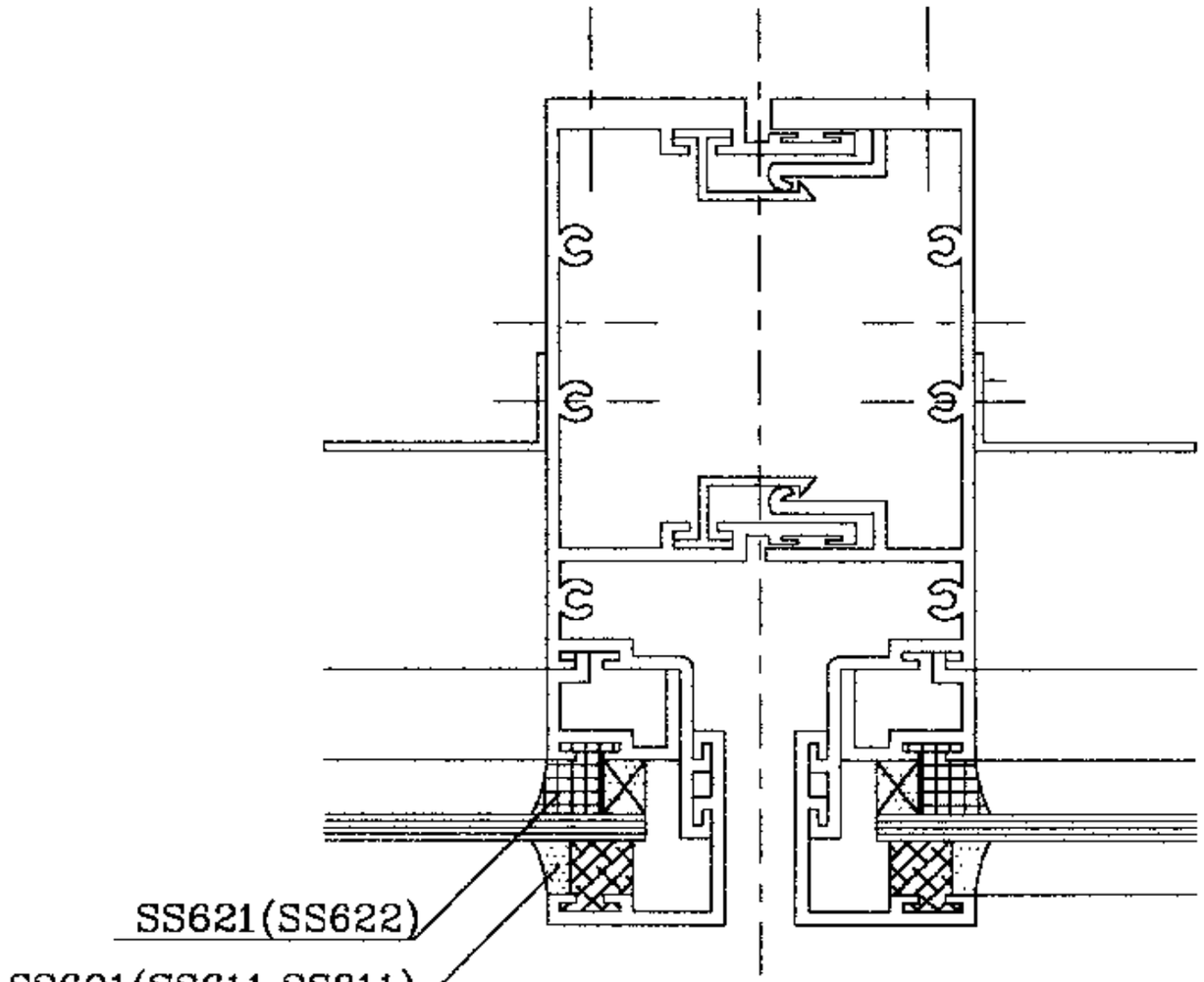
AM式单元式幕墙胶缝(一) ⑧



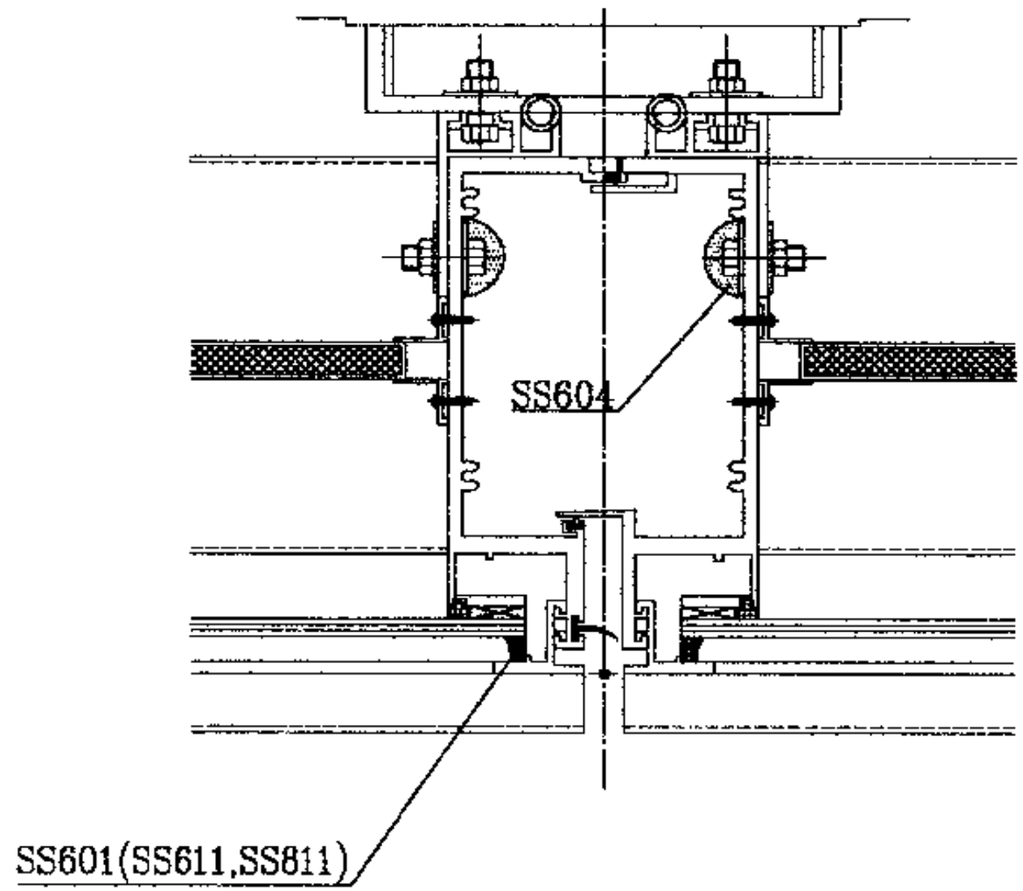
AM式单元式幕墙胶缝(一)④	图集号	01BY-101
	第	86 页



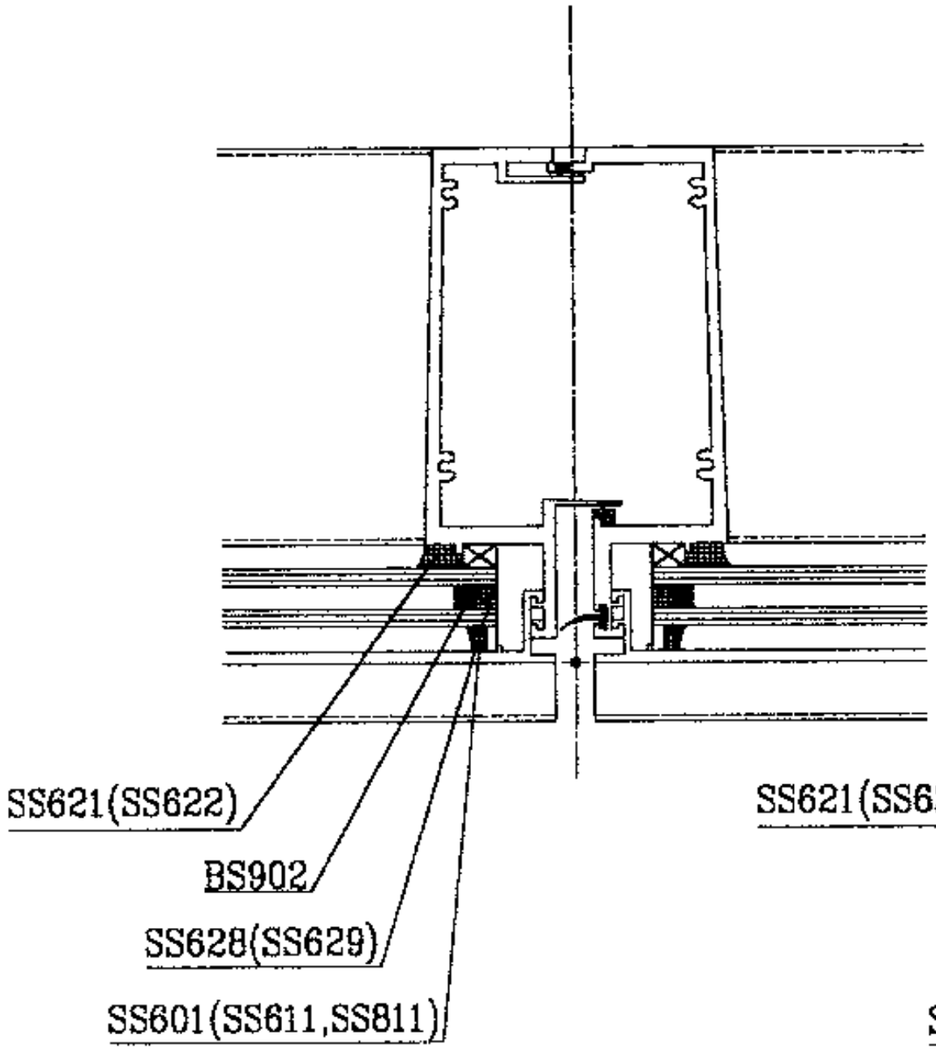
4. AM式单元式幕墙胶缝(二)①	图集号	01BY-101
	第 87 页	

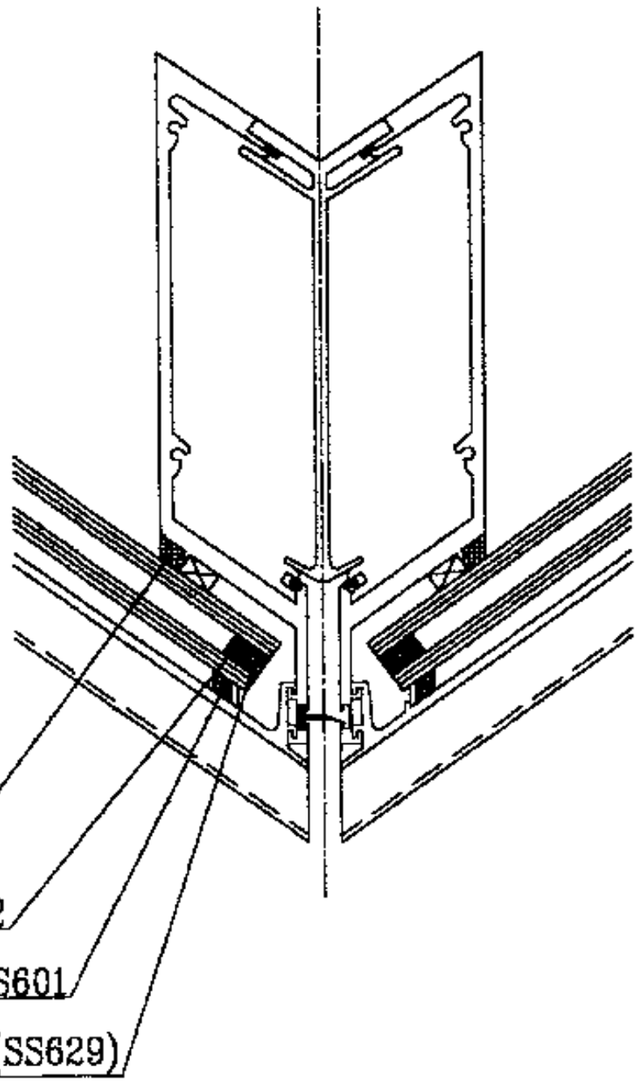


AM式单元式幕墙胶缝(二)②	图集号	01BY-101
	第	88 页

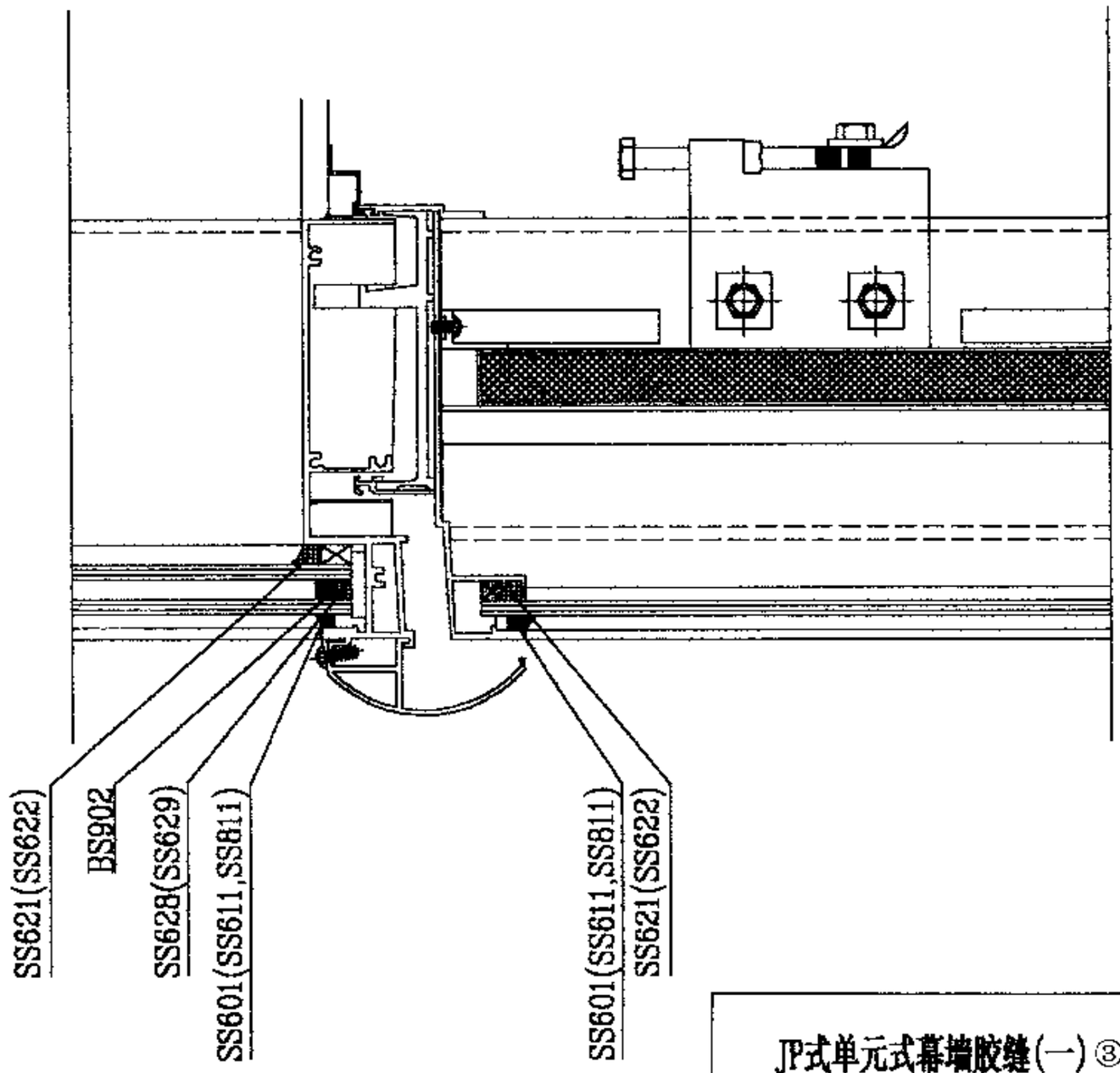


5. JP式单元式幕墙胶缝(一)①	图集号	01BY-101
	第 89 页	

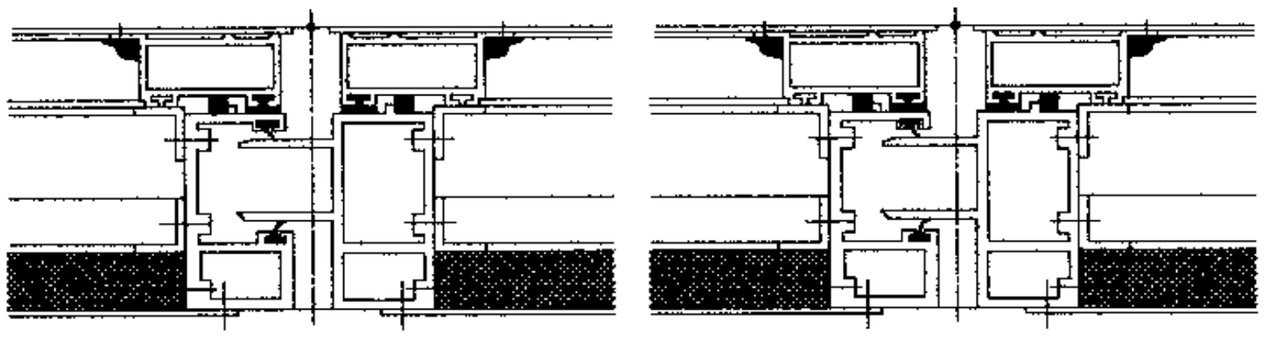


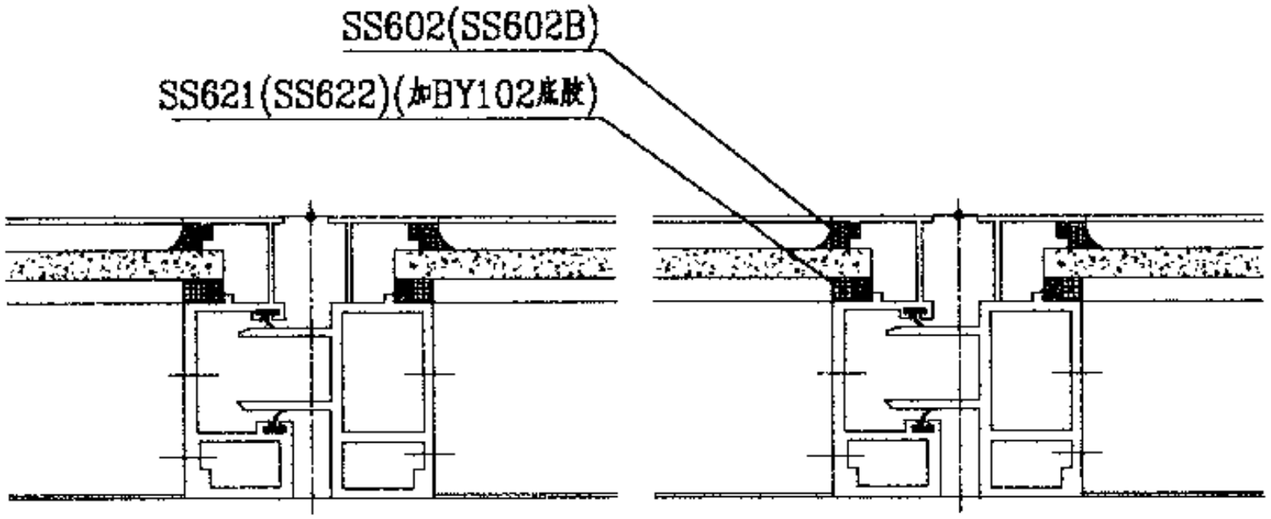


JP式单元式幕墙胶缝(一)②	图集号	01BY-101
	第 90 页	



JP式单元式幕墙胶缝(一)③	图集号	01BY-101
	第 91 页	

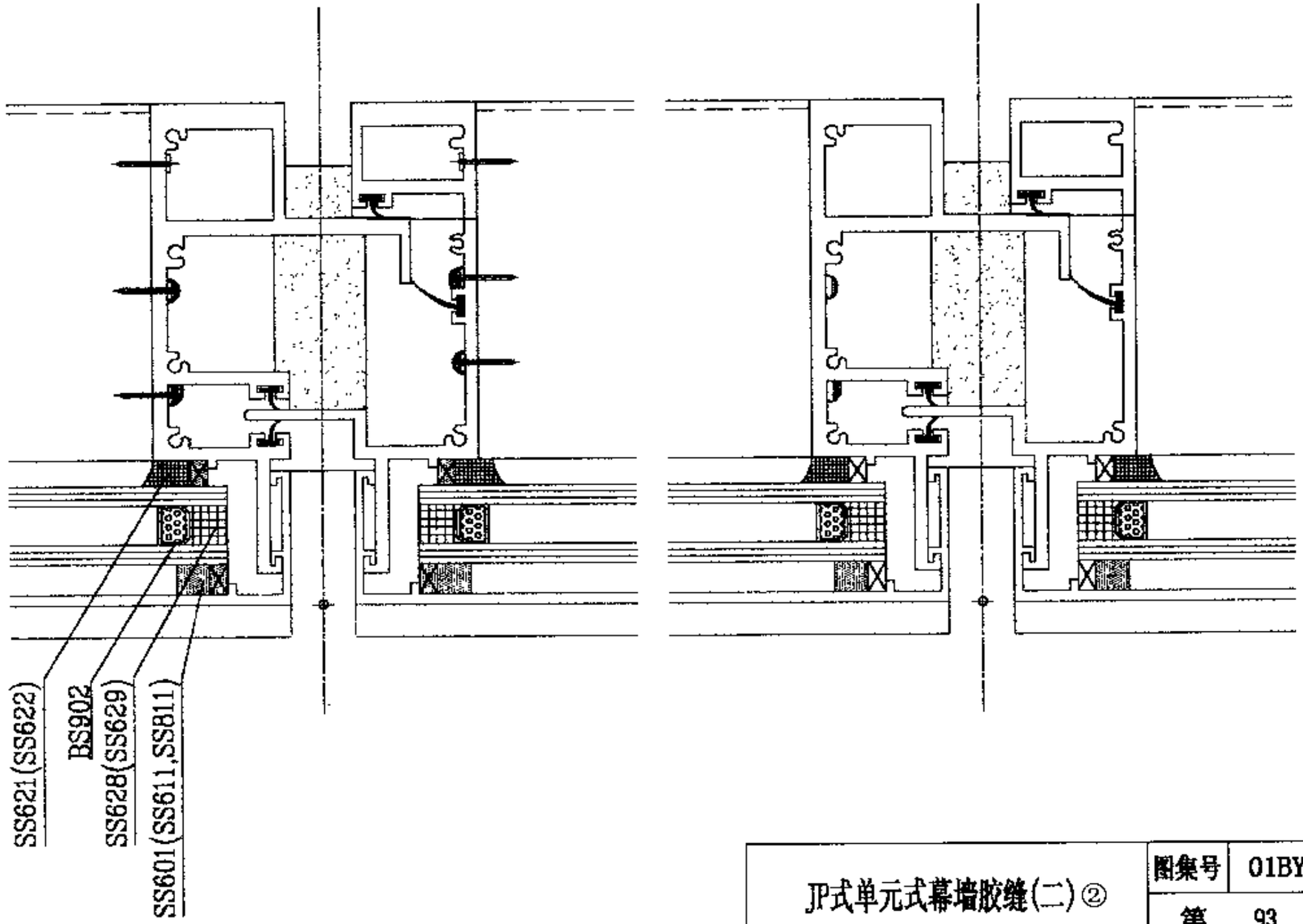




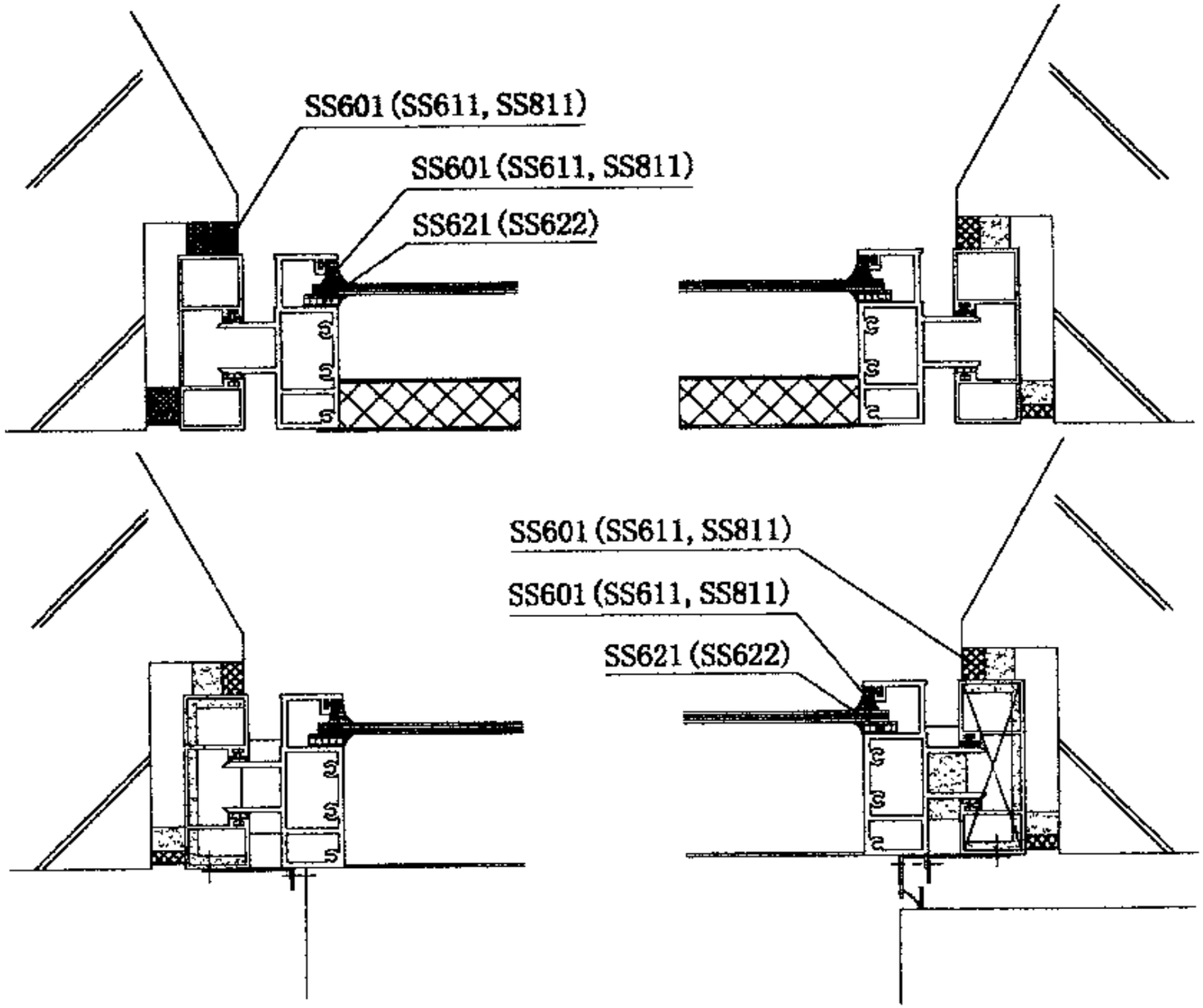
6. JP式单元式幕墙胶缝(二) ①

图集号 01BY-101

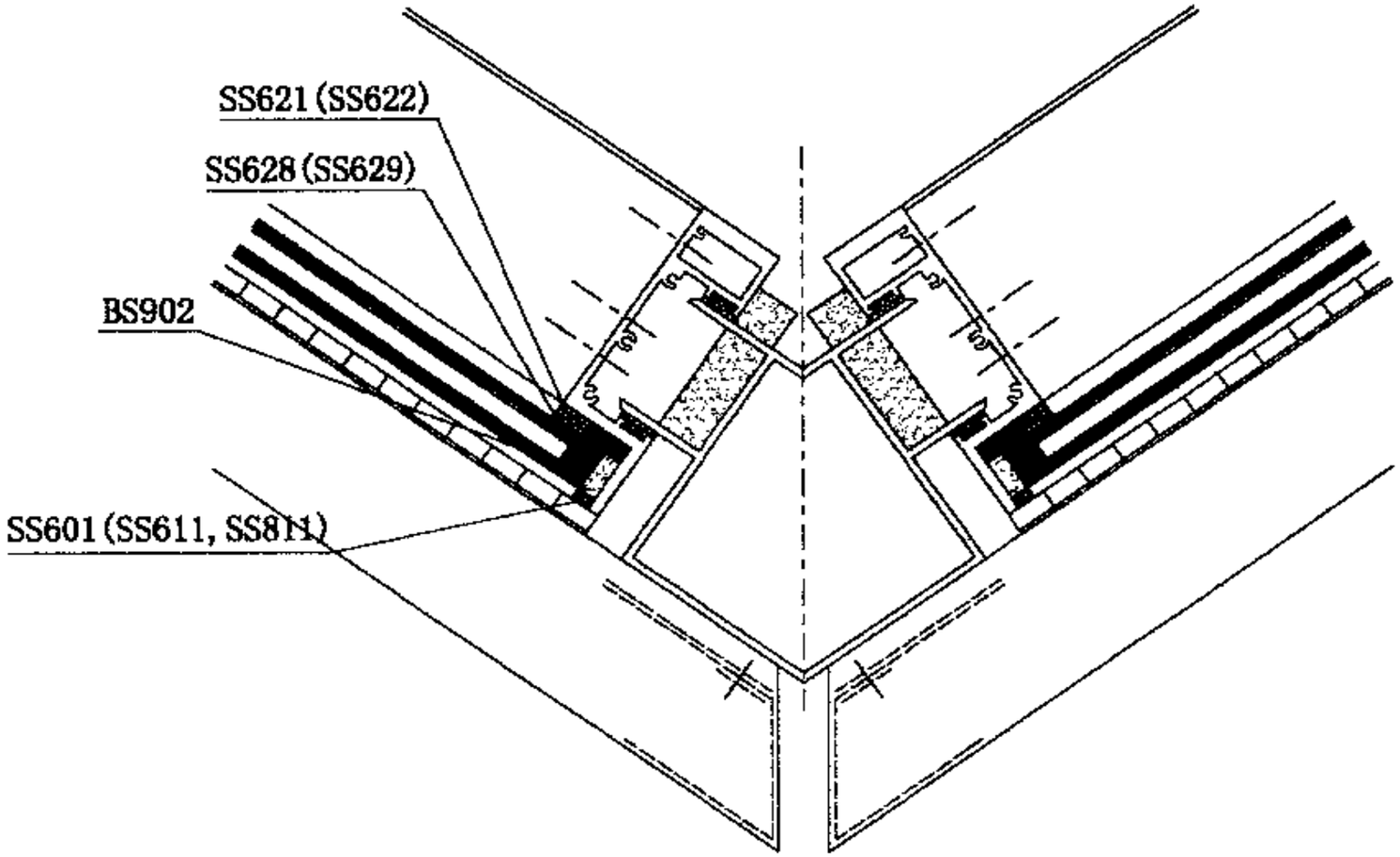
第 92 页



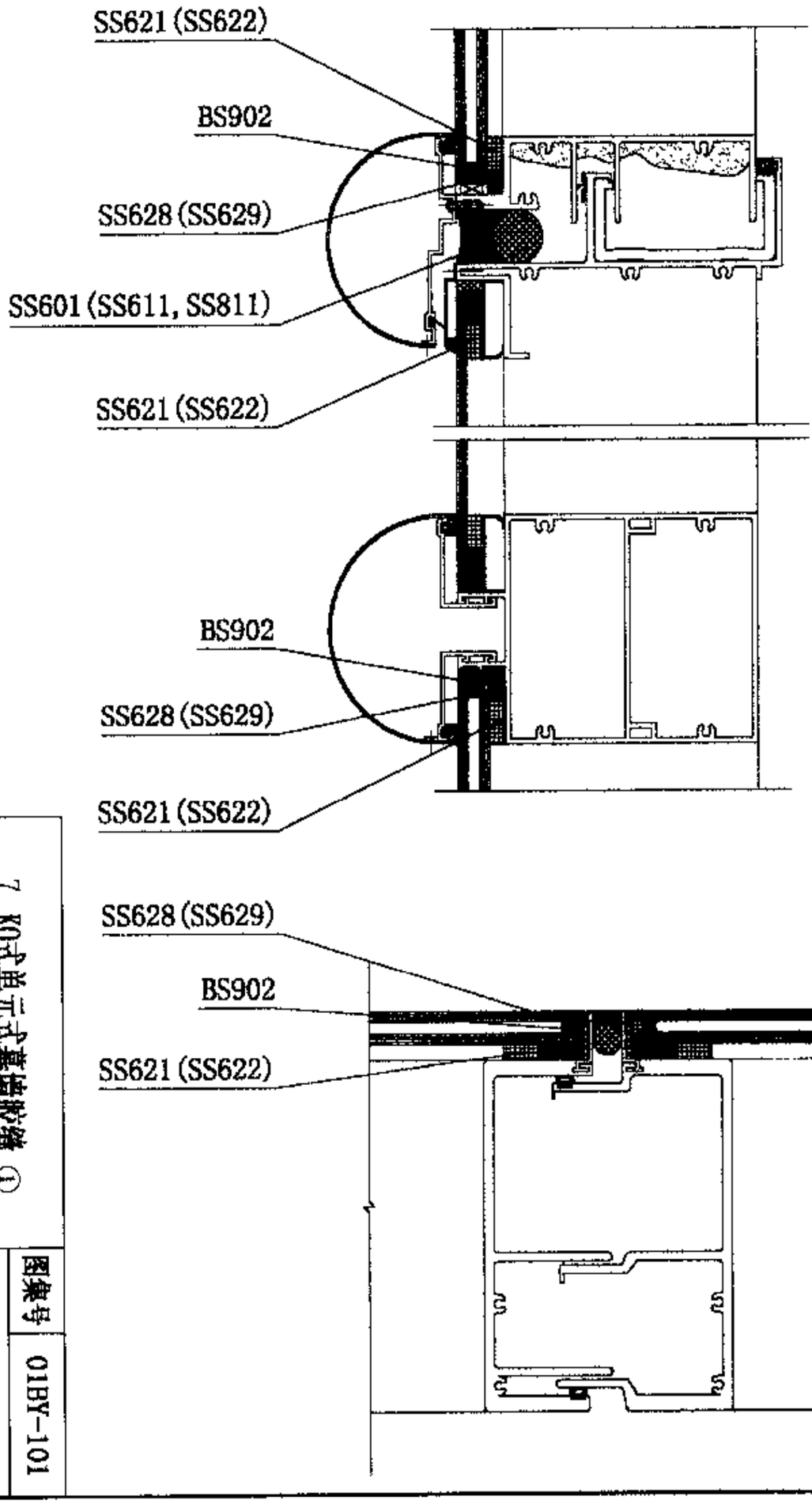
JP式单元式幕墙胶缝(二)②	图集号	01BY-101
	第 93 页	



JP式单元式幕墙胶缝(二)③	图集号	01BY-101
	第 94 页	



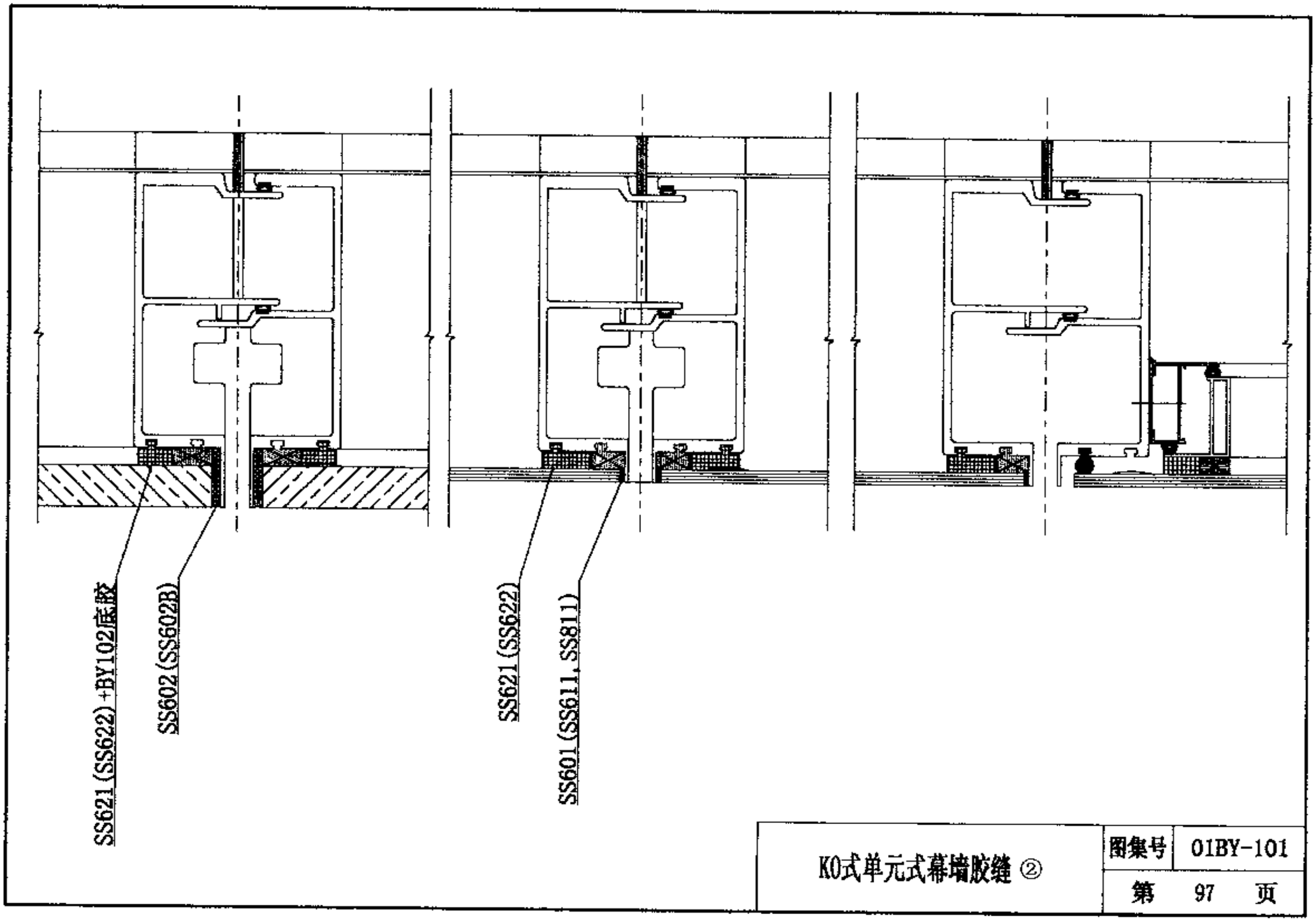
JP式单元式幕墙胶缝(二)④	图集号	01BY-101
	第 95 页	



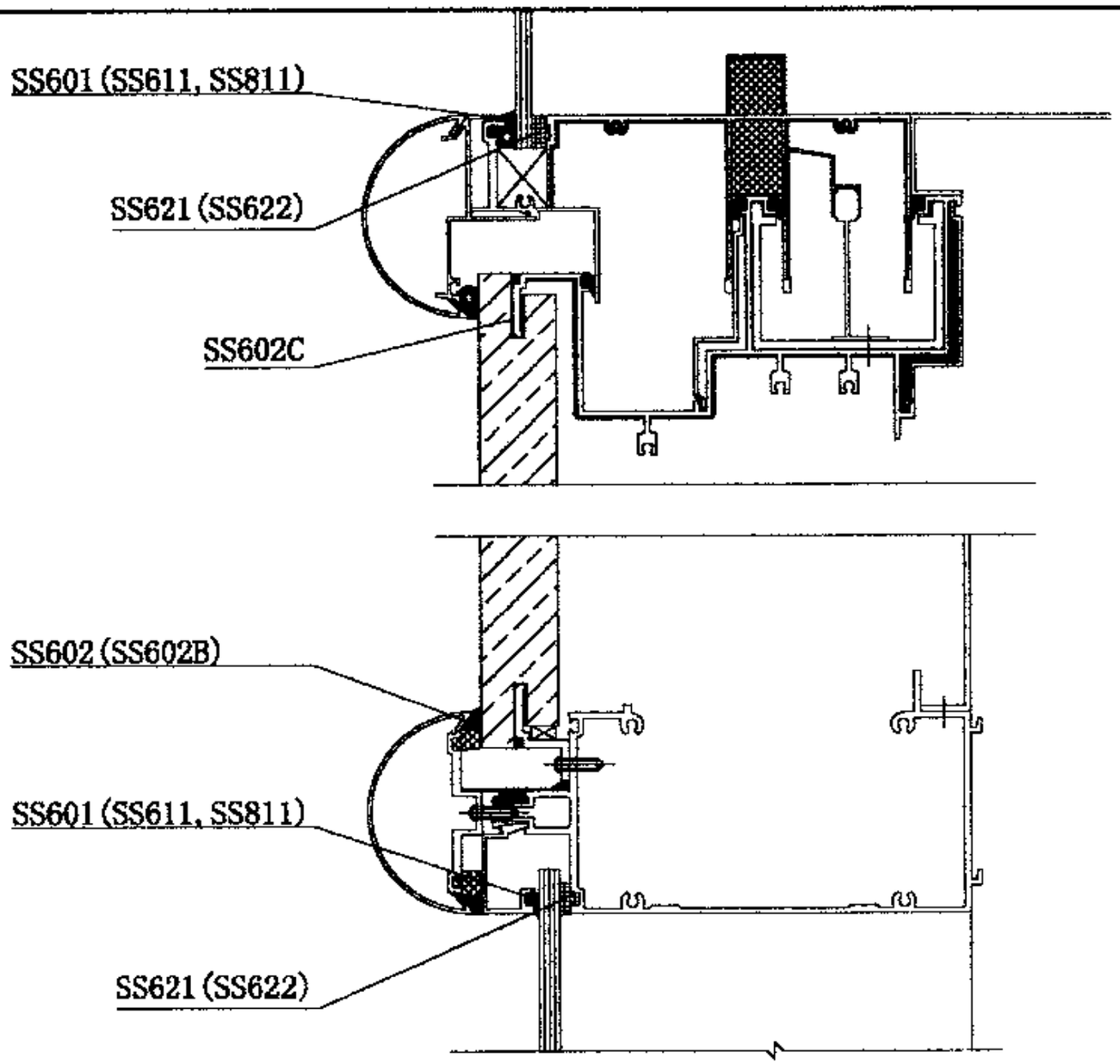
7. KO式单元式幕墙胶缝 ①

图集号 01BY-101

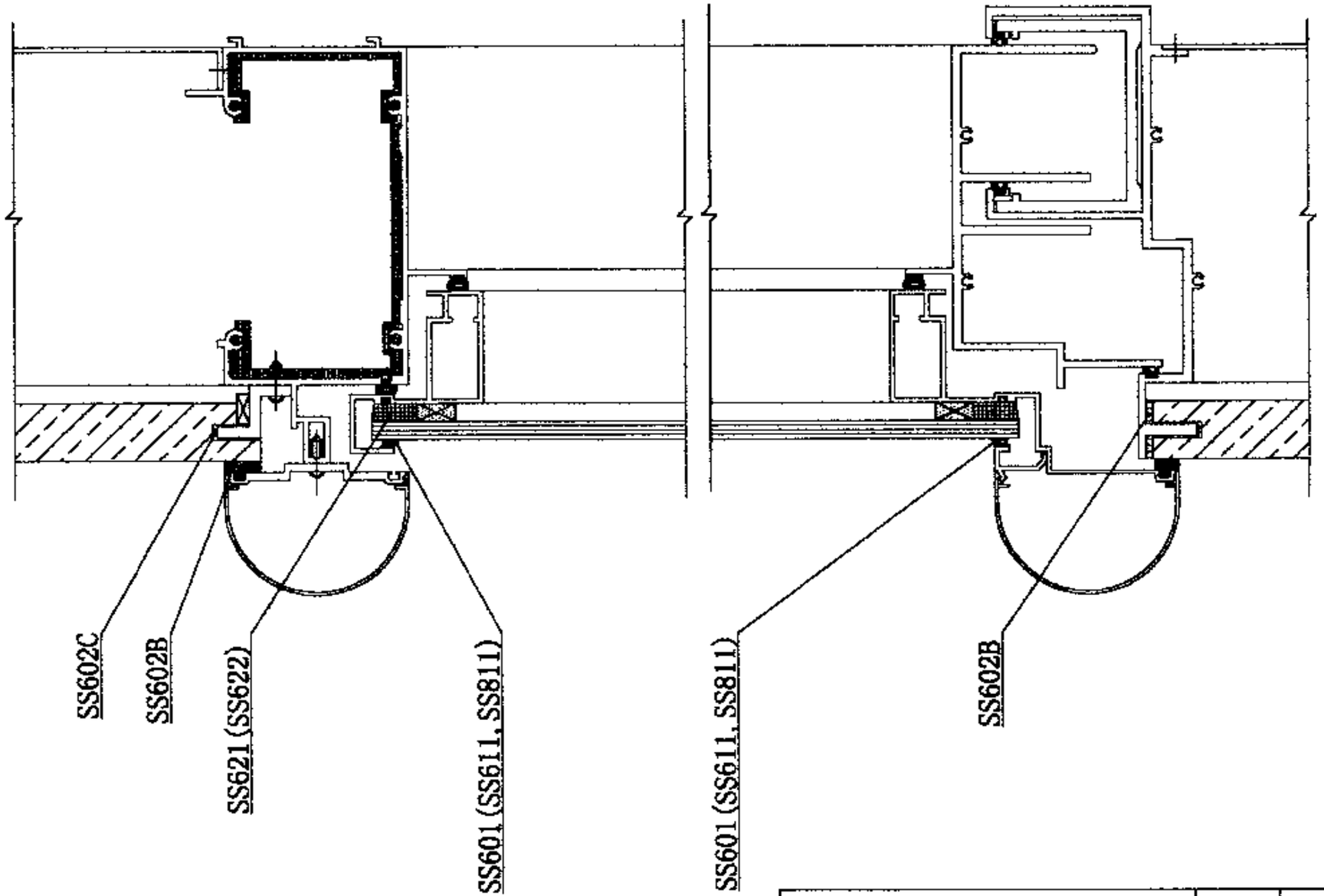
第 96 页



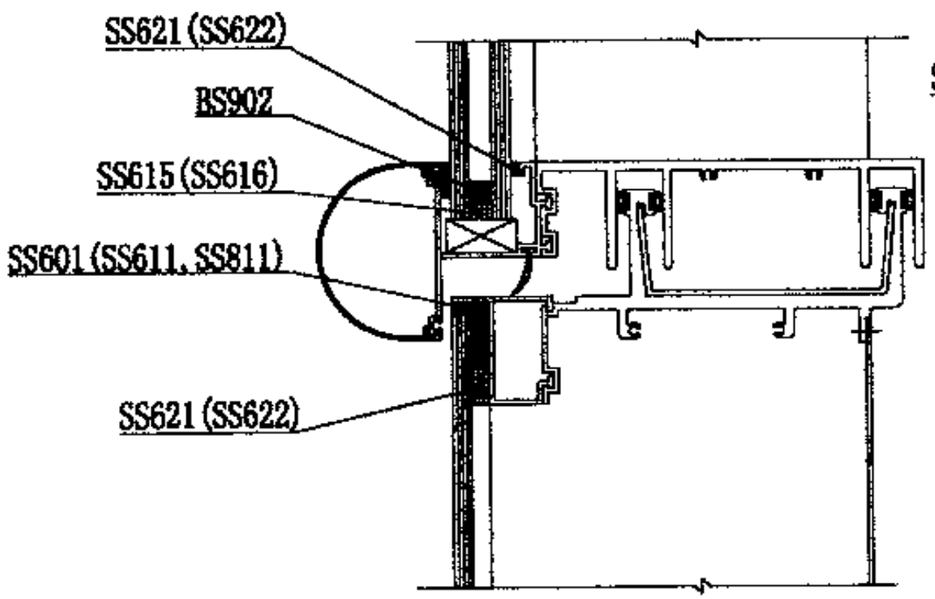
KO式单元式幕墙胶缝 ②	图集号	01BY-101
	第 97 页	

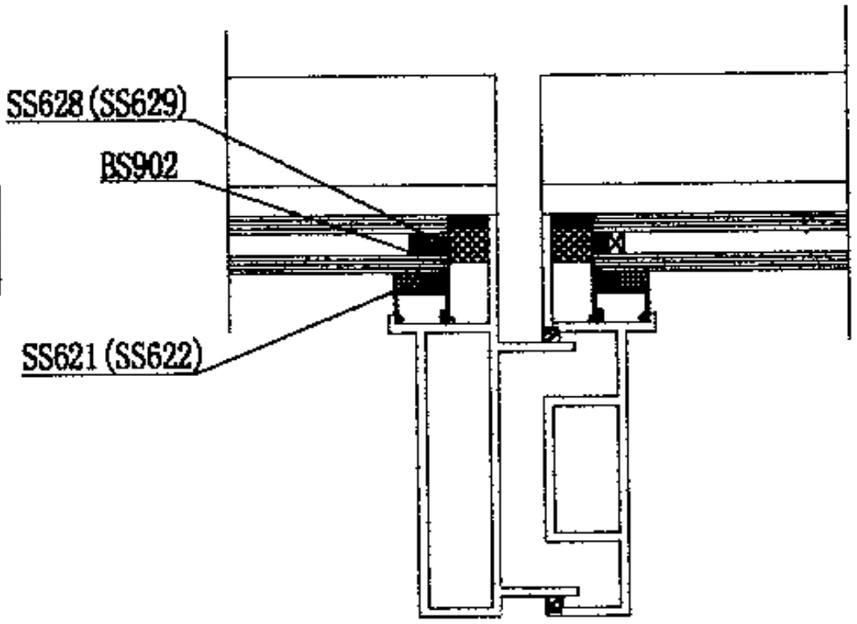


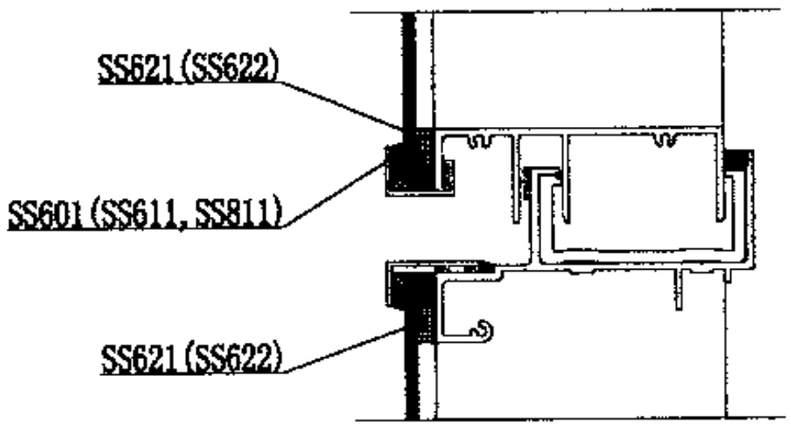
KO式单元式幕墙胶缝 ③	图集号	01BY-101
	第 98 页	

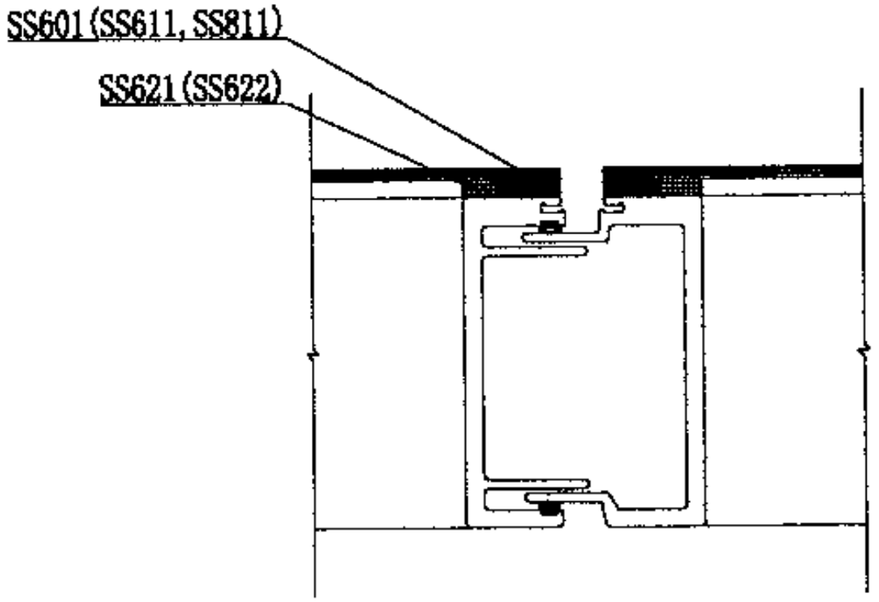


KO式单元式幕墙胶缝 ④	图集号	01BY-101
	第 99 页	



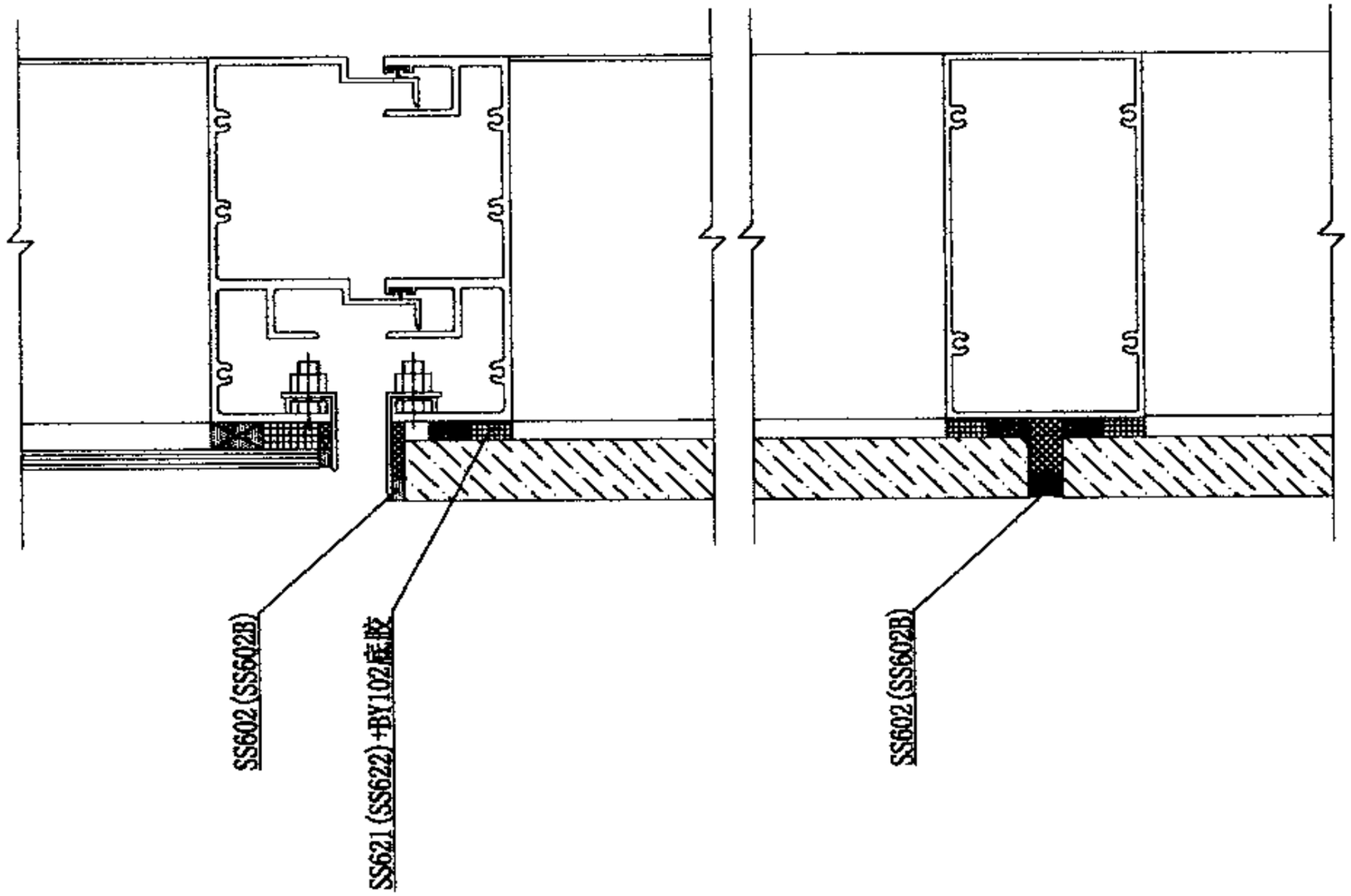




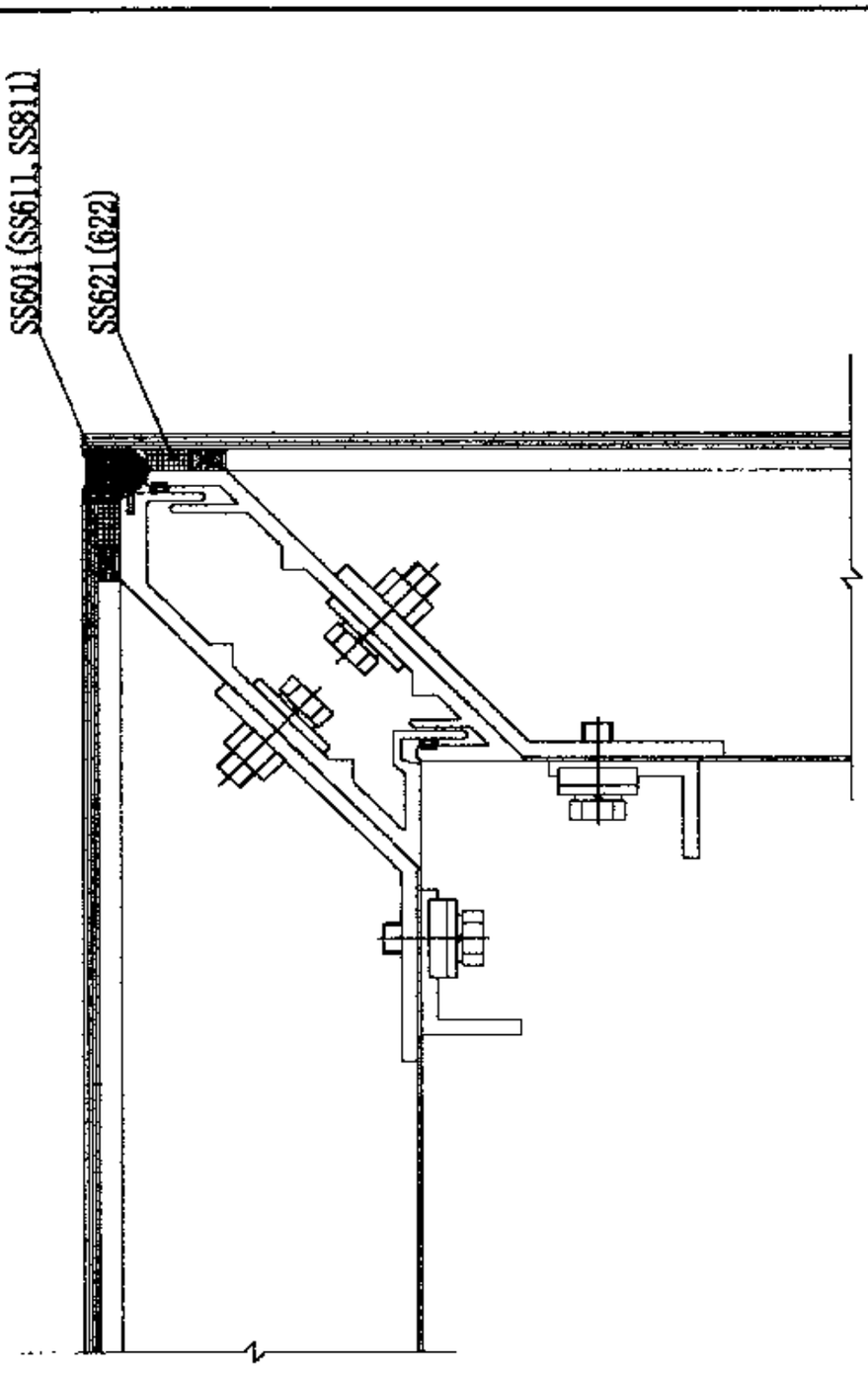


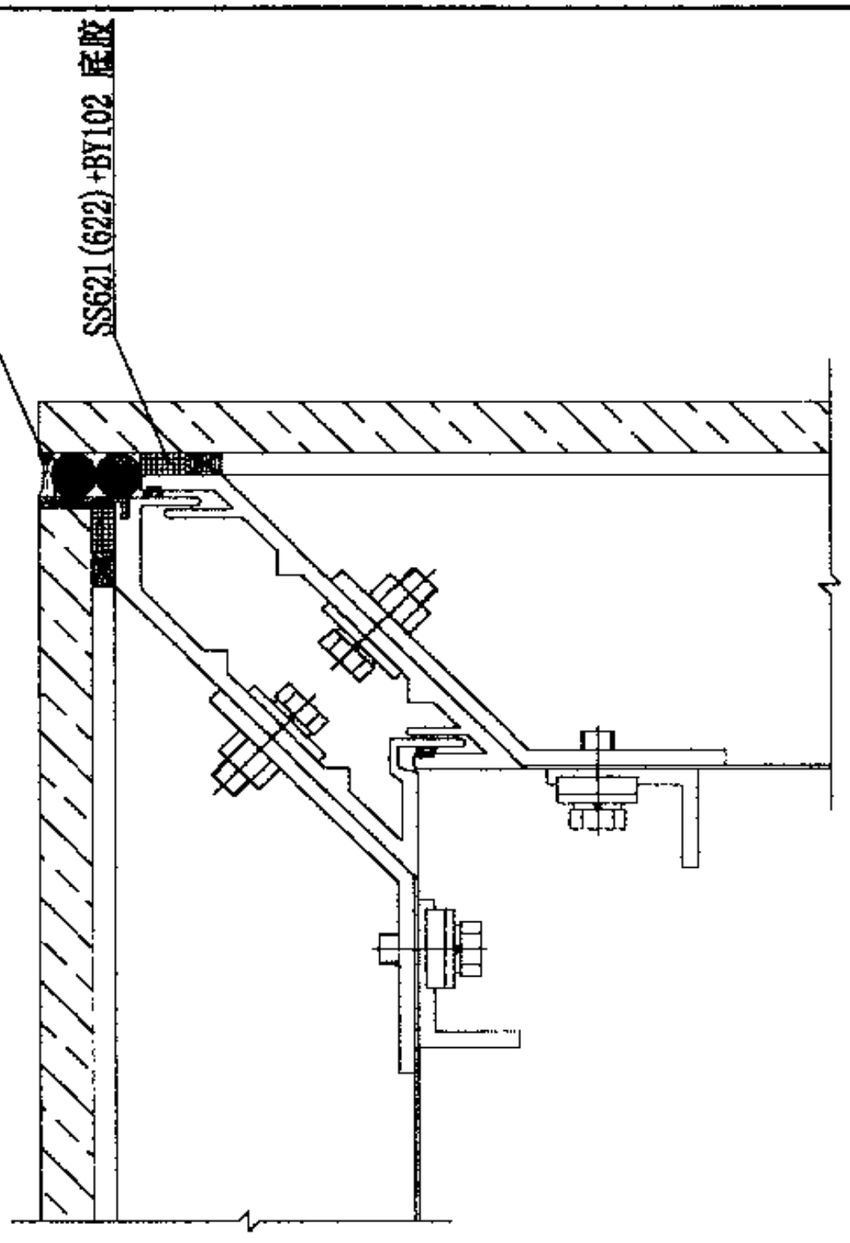
8. HK式单元式幕墙胶缝

图集号	01BY-101
第	100 页

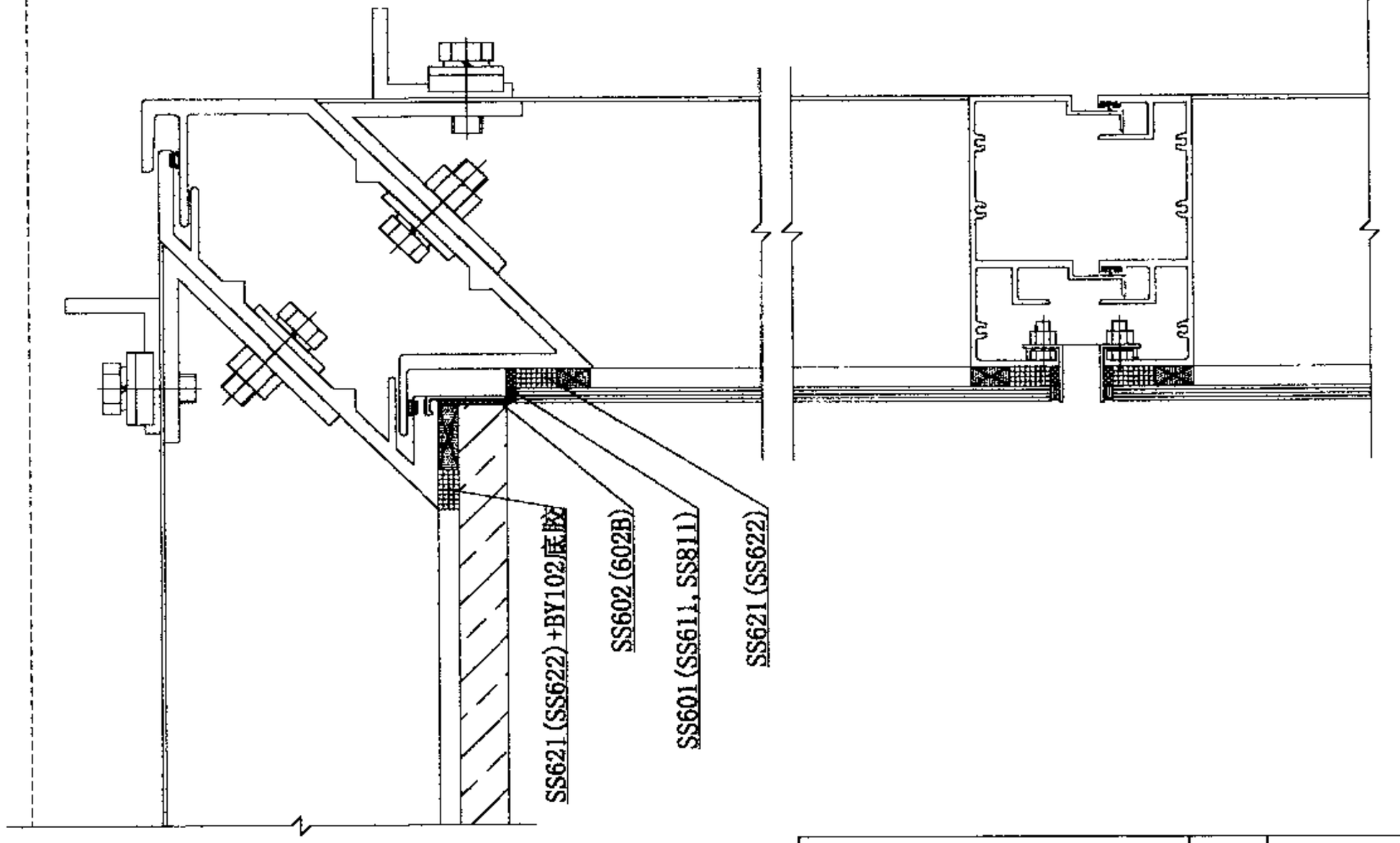


9. SI式单元式幕墙胶缝(一)①	图集号	01BY-101
	第 101 页	

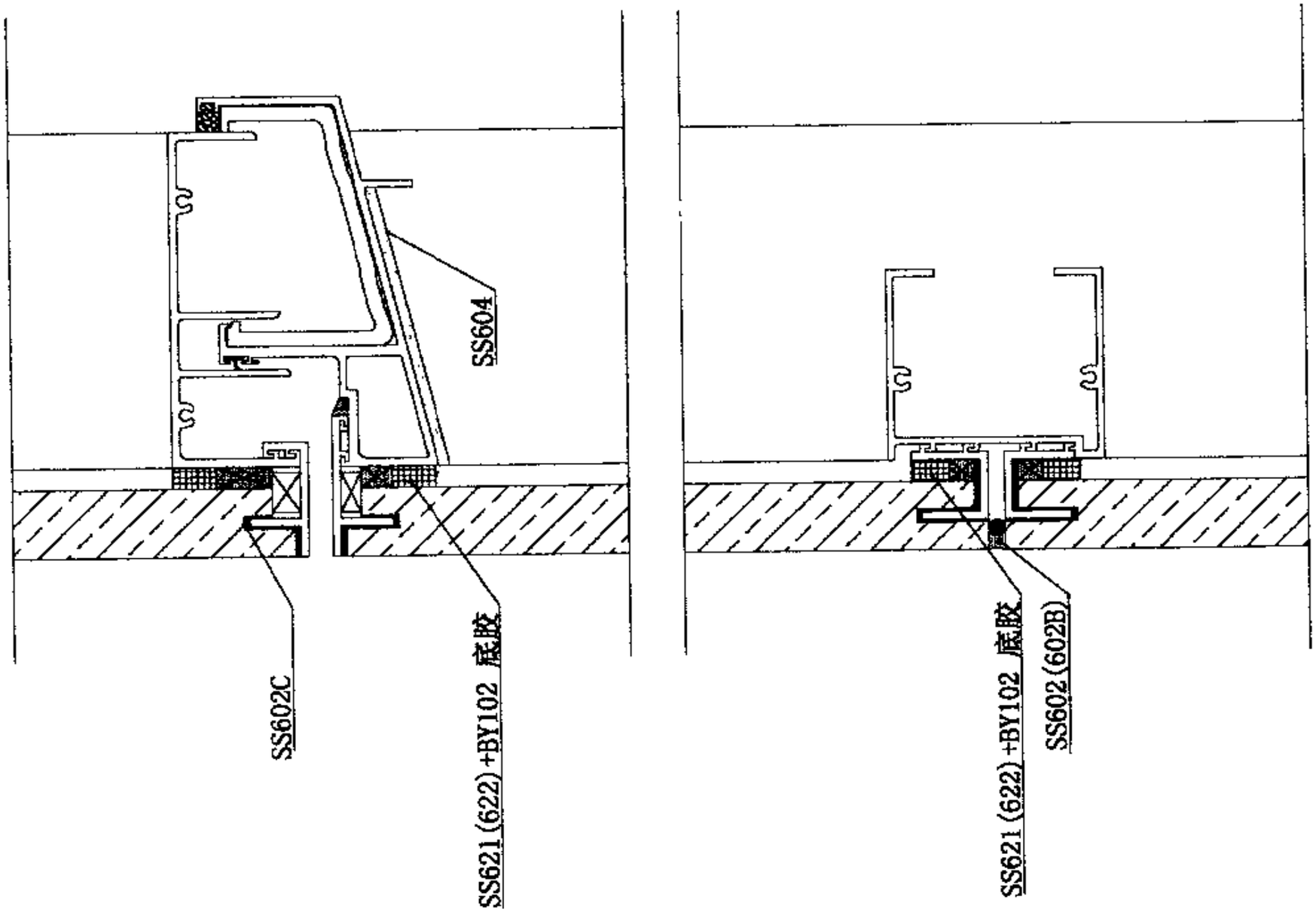




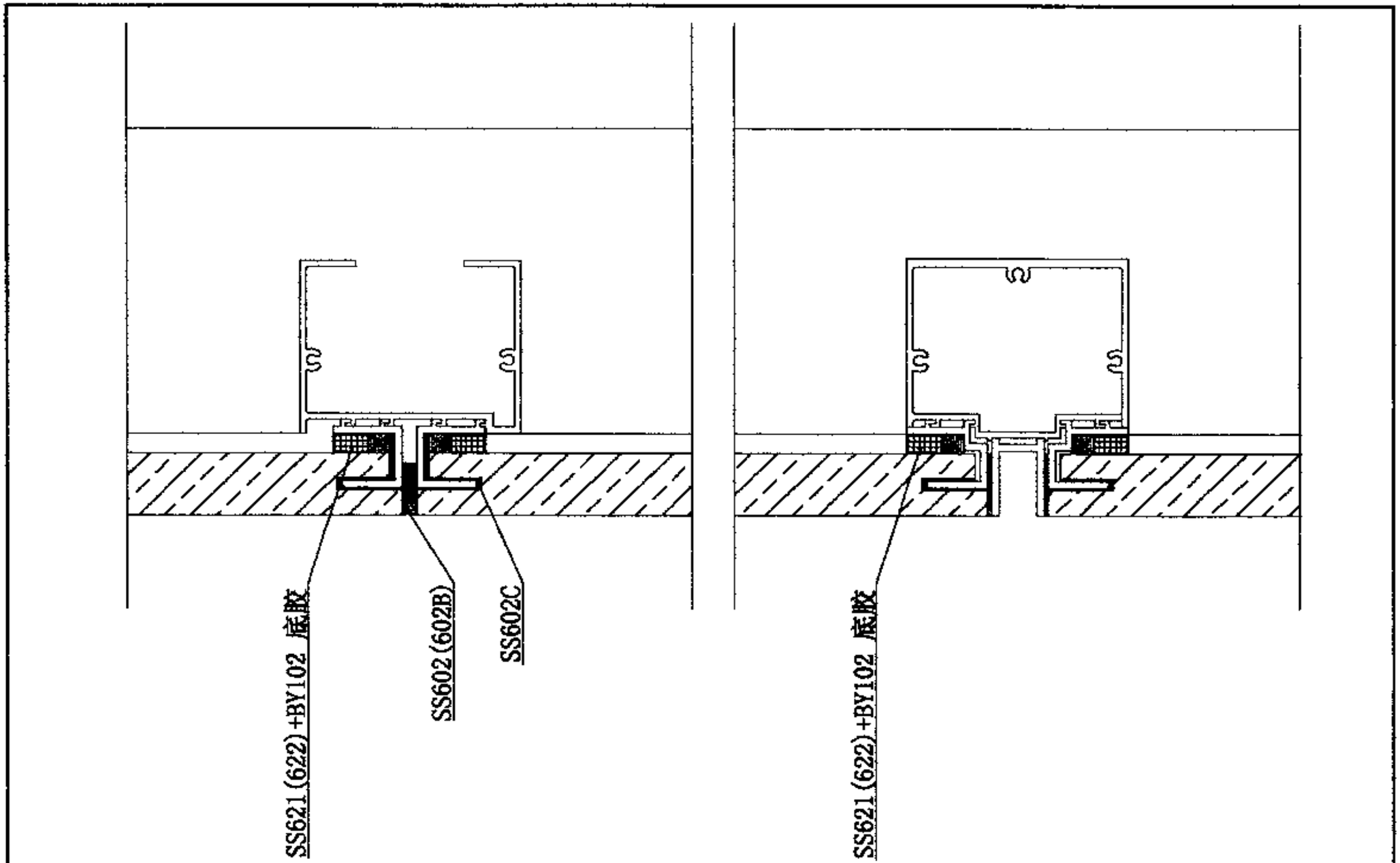
SI式单元式幕墙胶缝(一)②	图集号	01BY-101
	第 102 页	



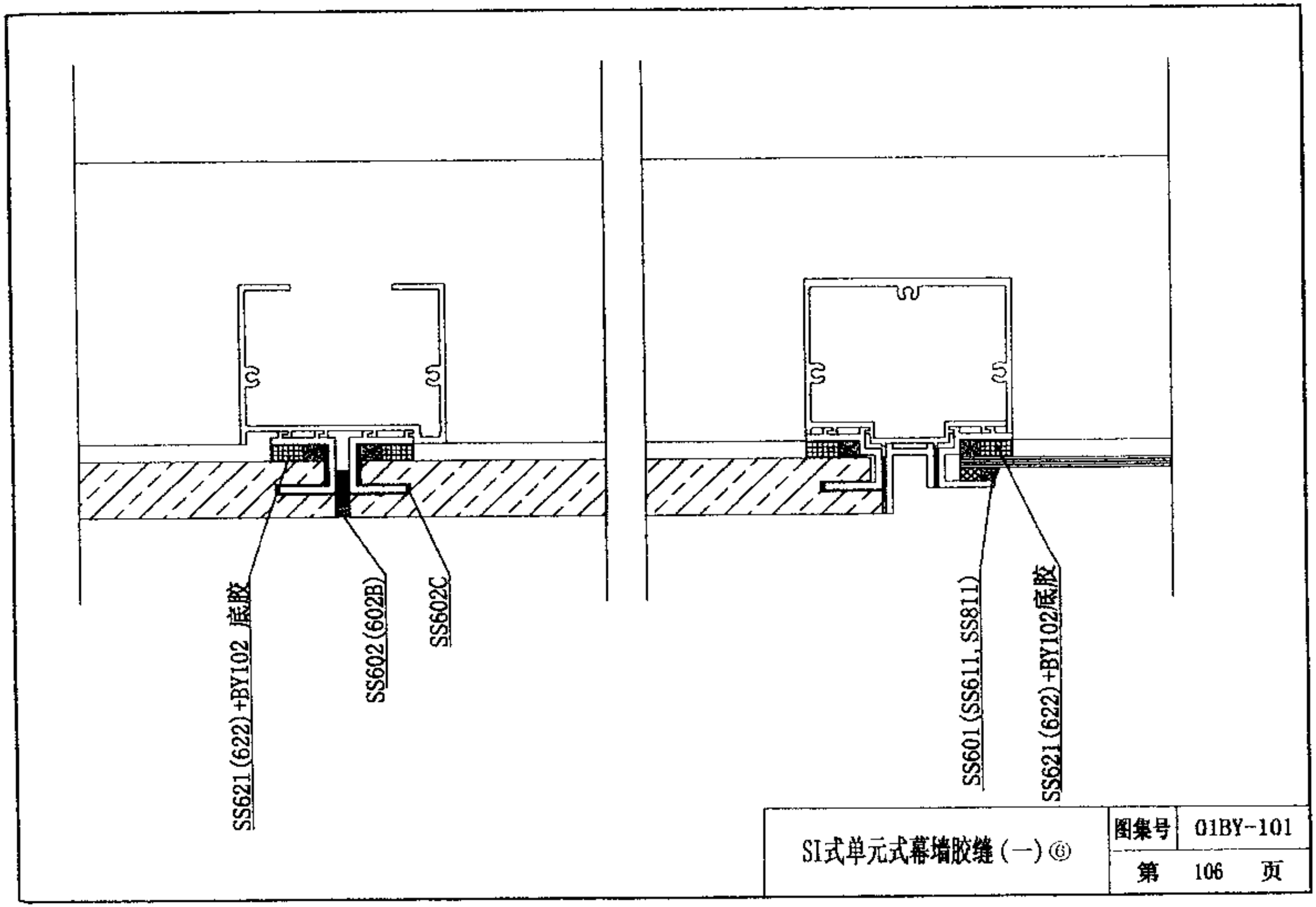
SI式单元式幕墙胶缝(一)③	图集号	01BY-101
	第	103 页



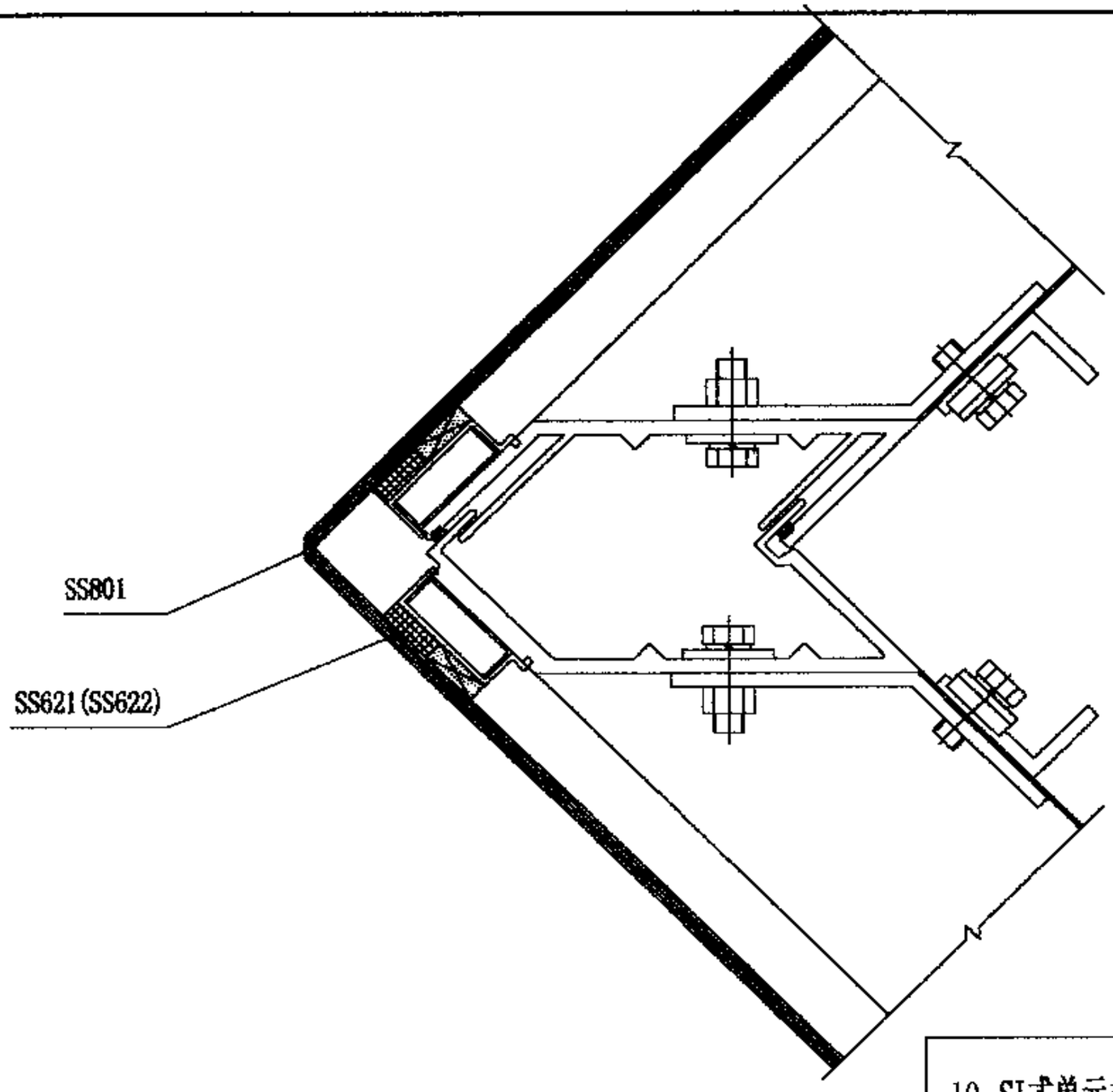
SI式单元式幕墙胶缝(一)④	图集号	01BY-101
	第	104 页



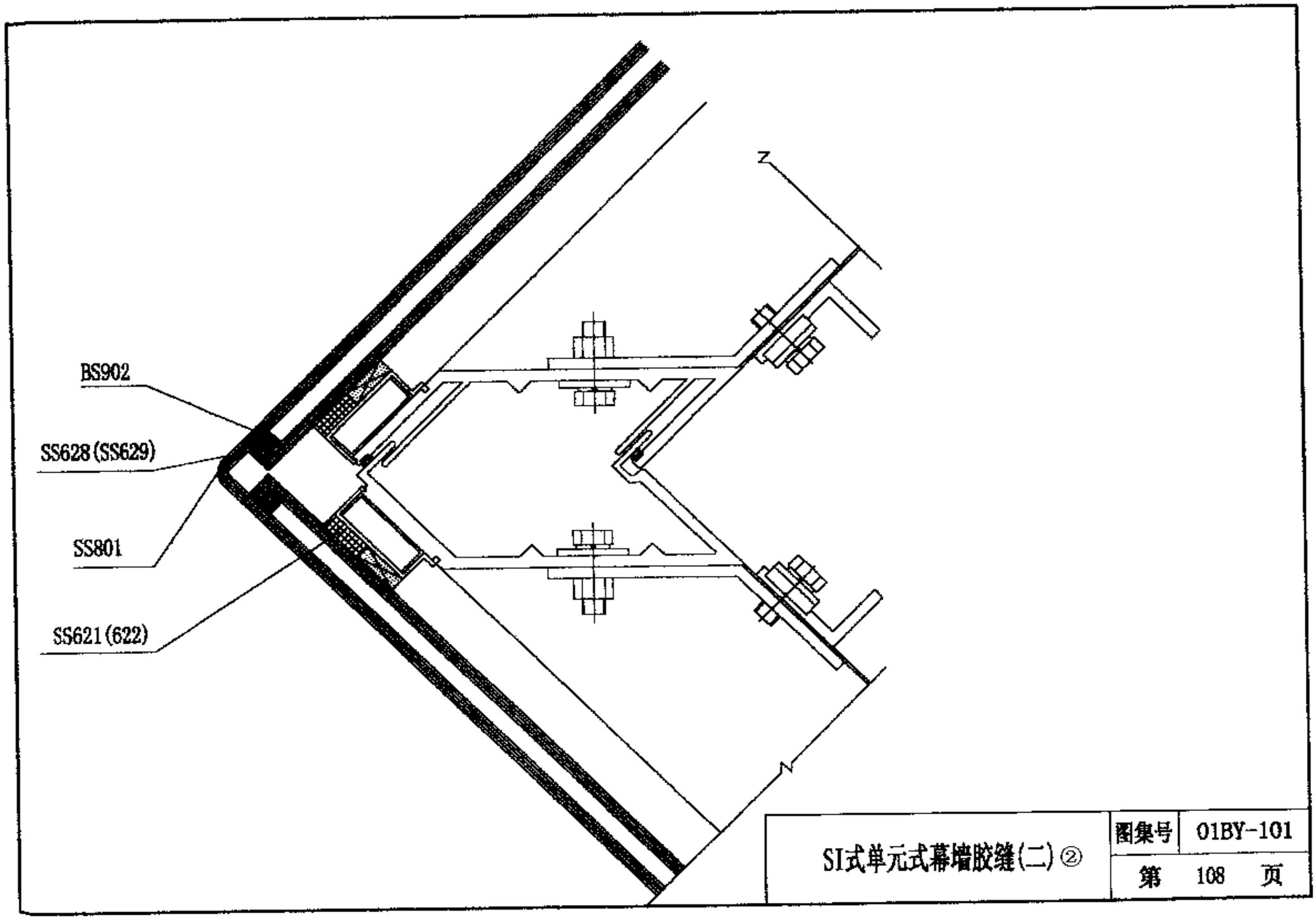
SI式单元式幕墙胶缝(一)⑤	图集号	01BY-101
	第 105 页	



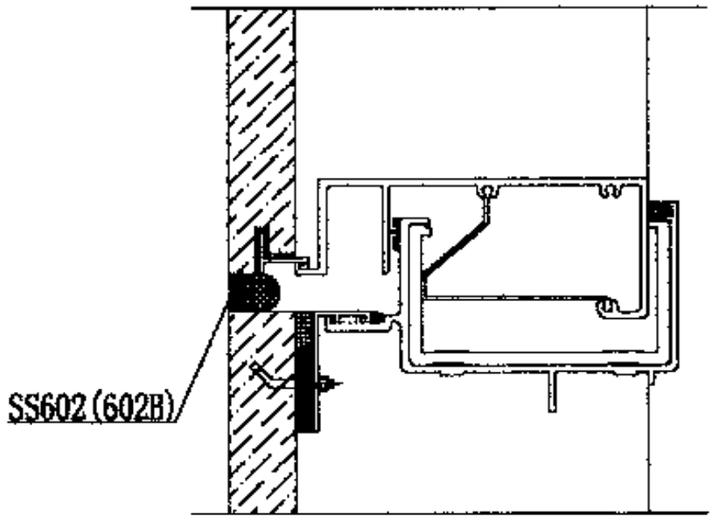
SI式单元式幕墙胶缝(一)⑥	图集号	01BY-101
	第 106 页	

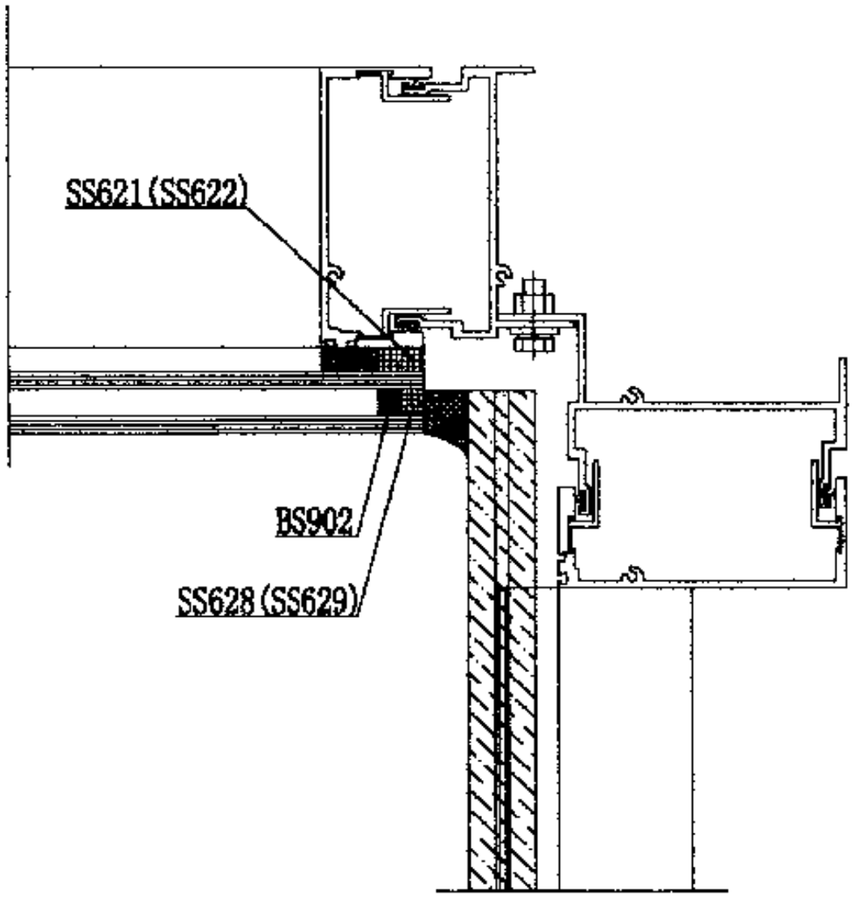


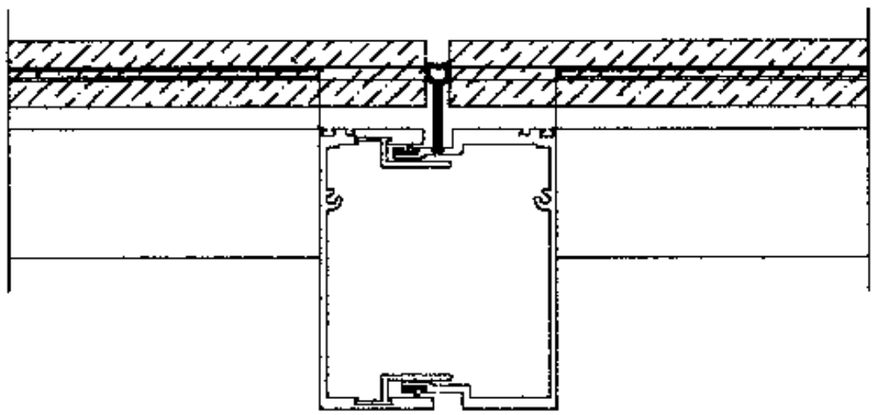
10. SI式单元式幕墙胶缝(二)①	图集号	01BY-101
	第 107 页	



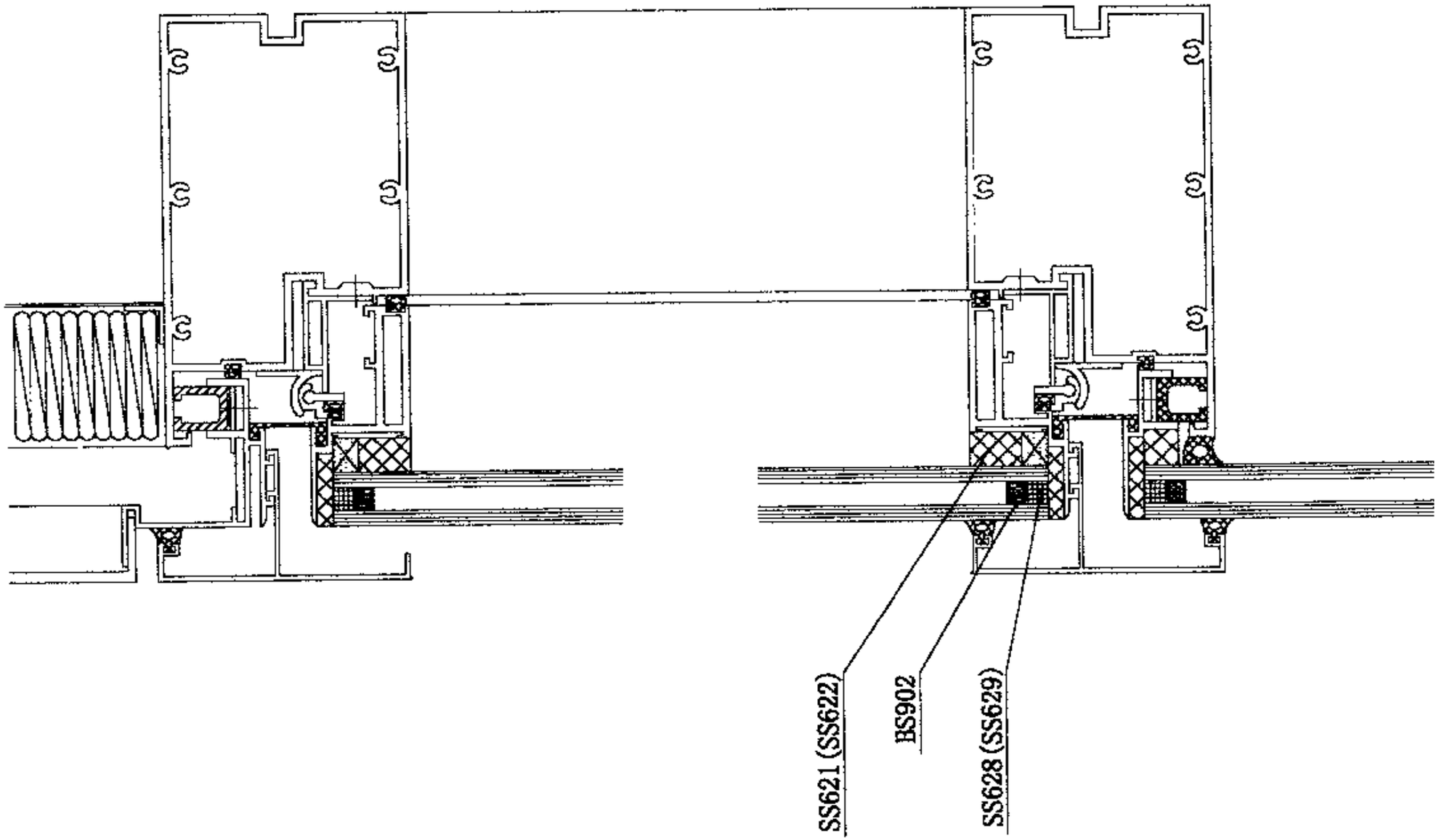
SI式单元式幕墙胶缝(二)②	图集号	01BY-101
	第 108 页	





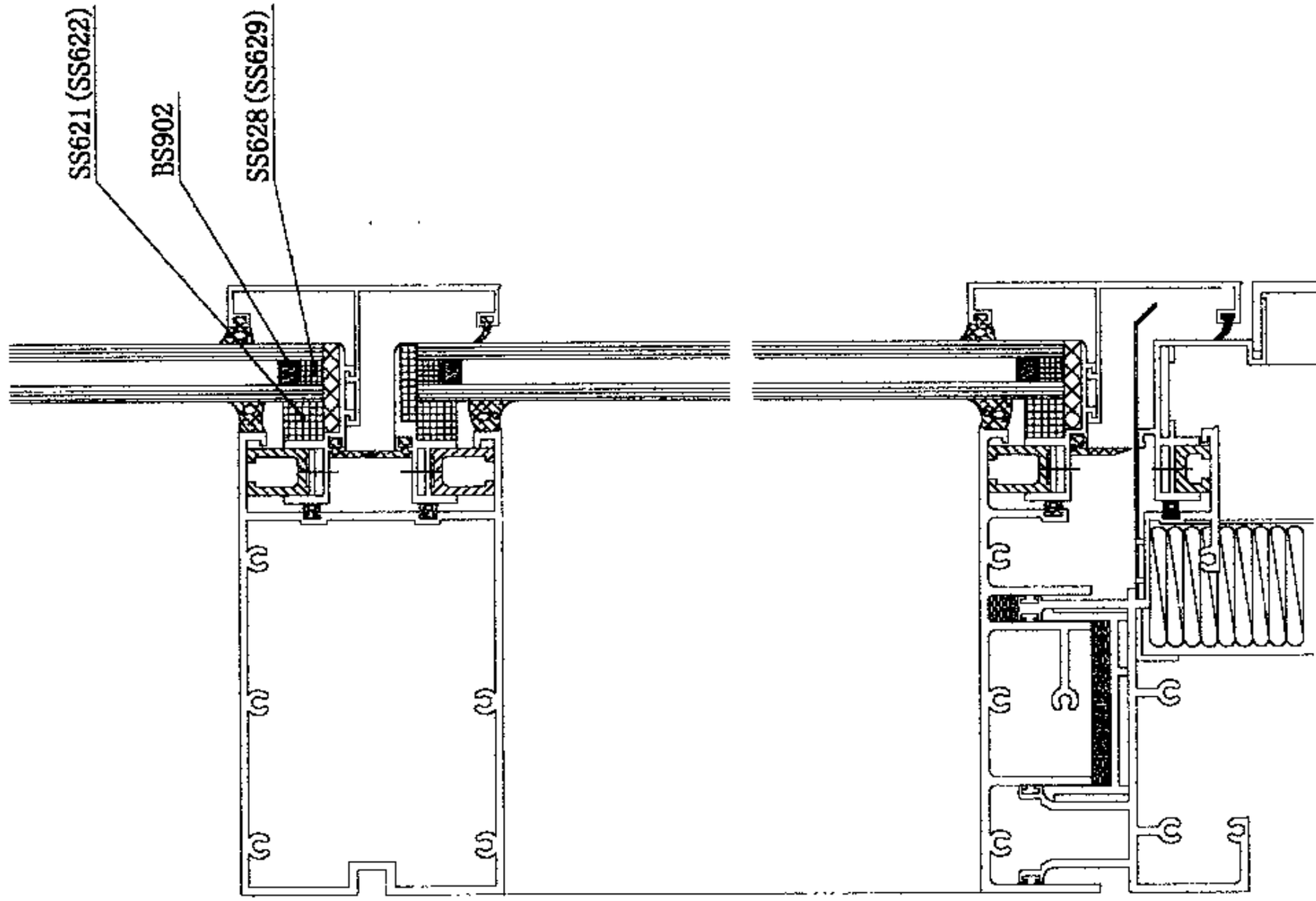


SI式单元式幕墙胶缝(二)③	图集号	01BY-101
	第 109 页	

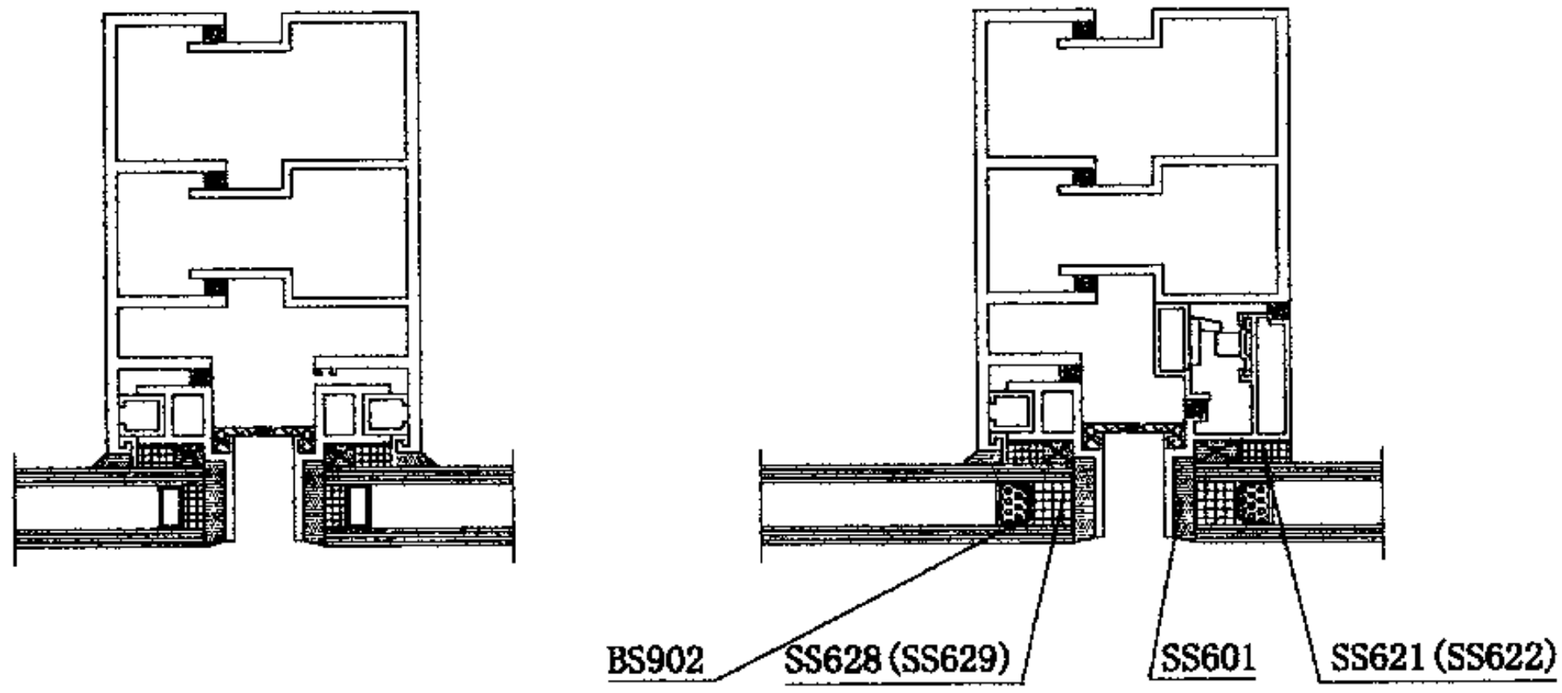


11. LN式单元式幕墙胶缝 ①

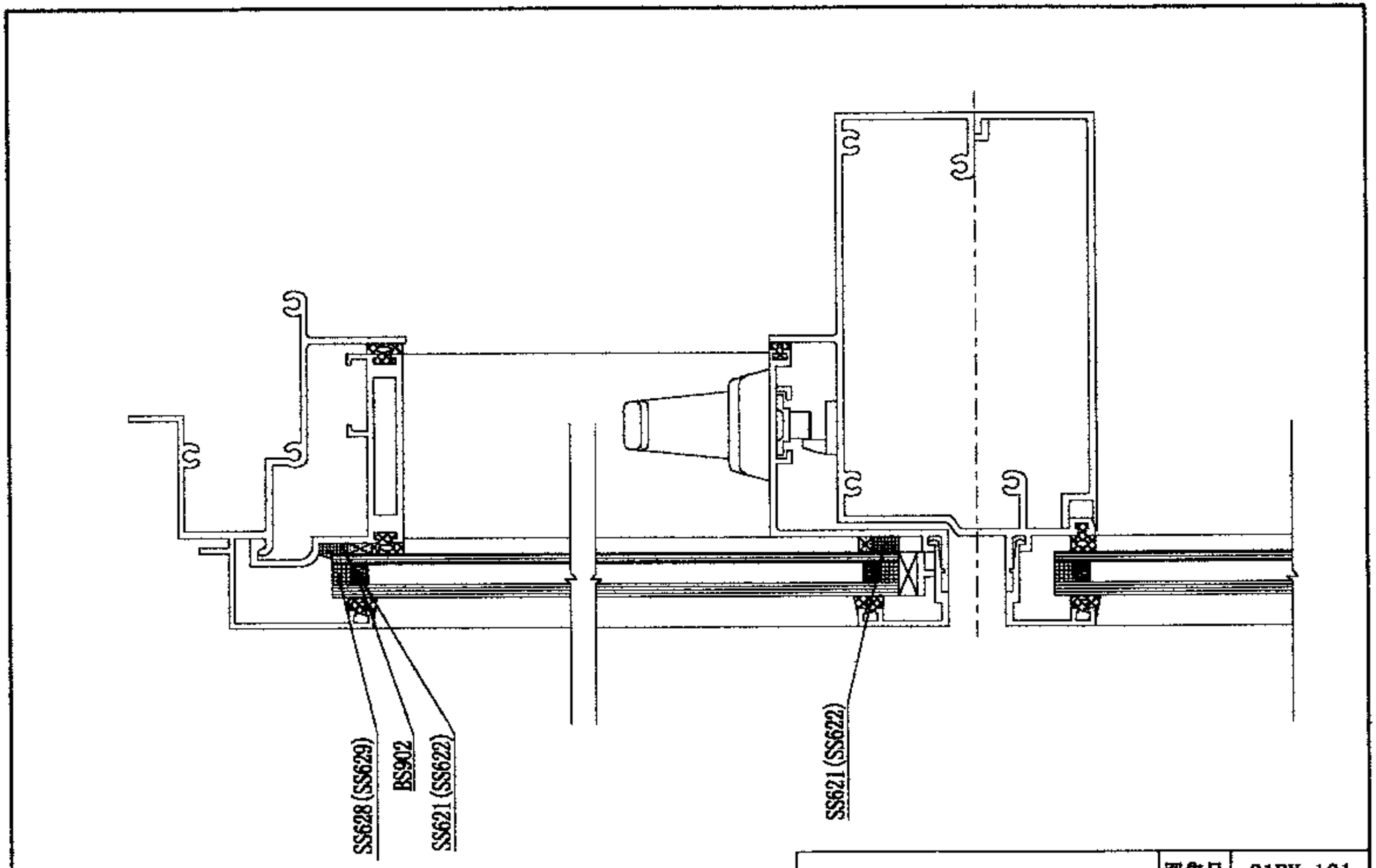
图集号	01BY-101
第	110 页



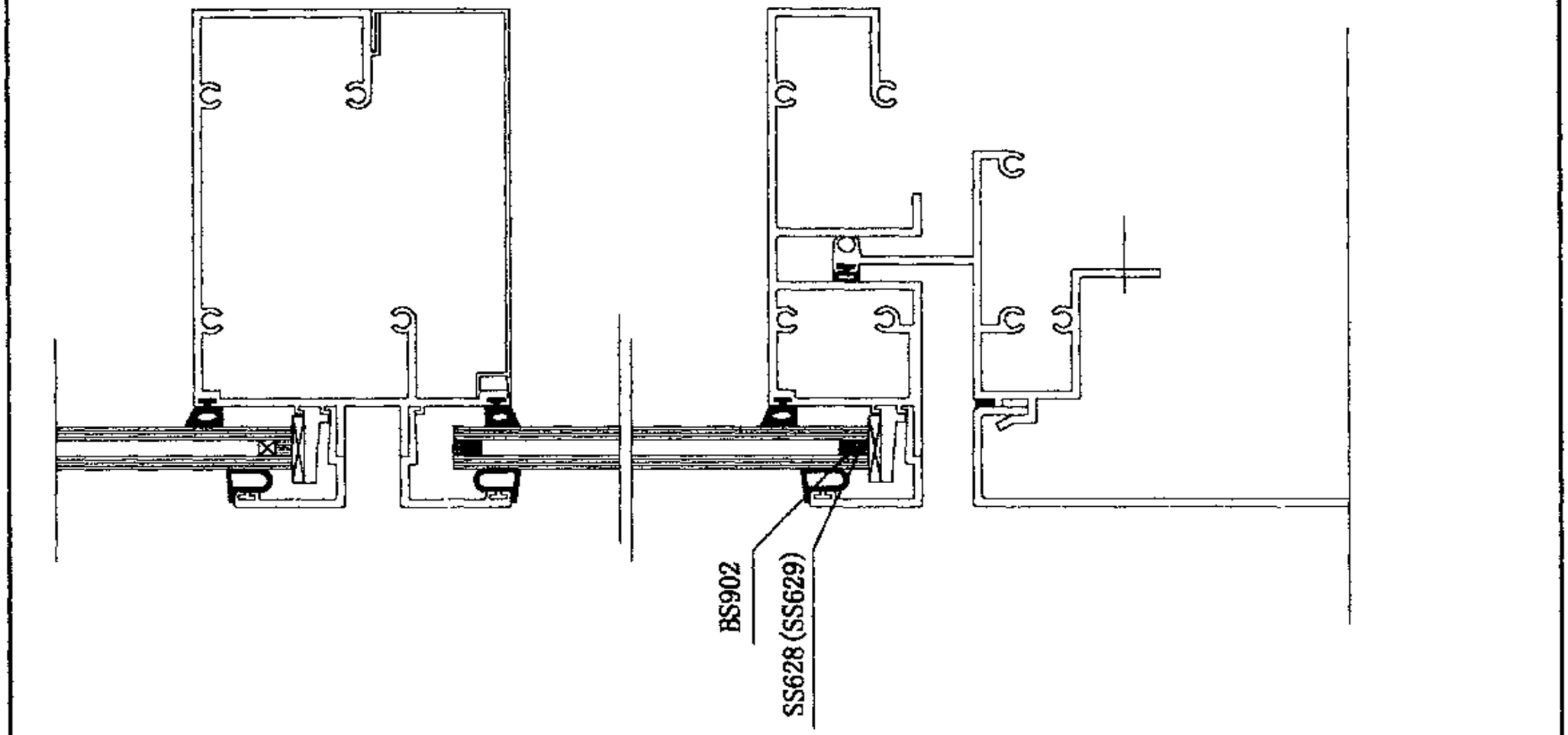
LN式单元式幕墙胶缝 ②	图集号	01BY-101
	第	111 页



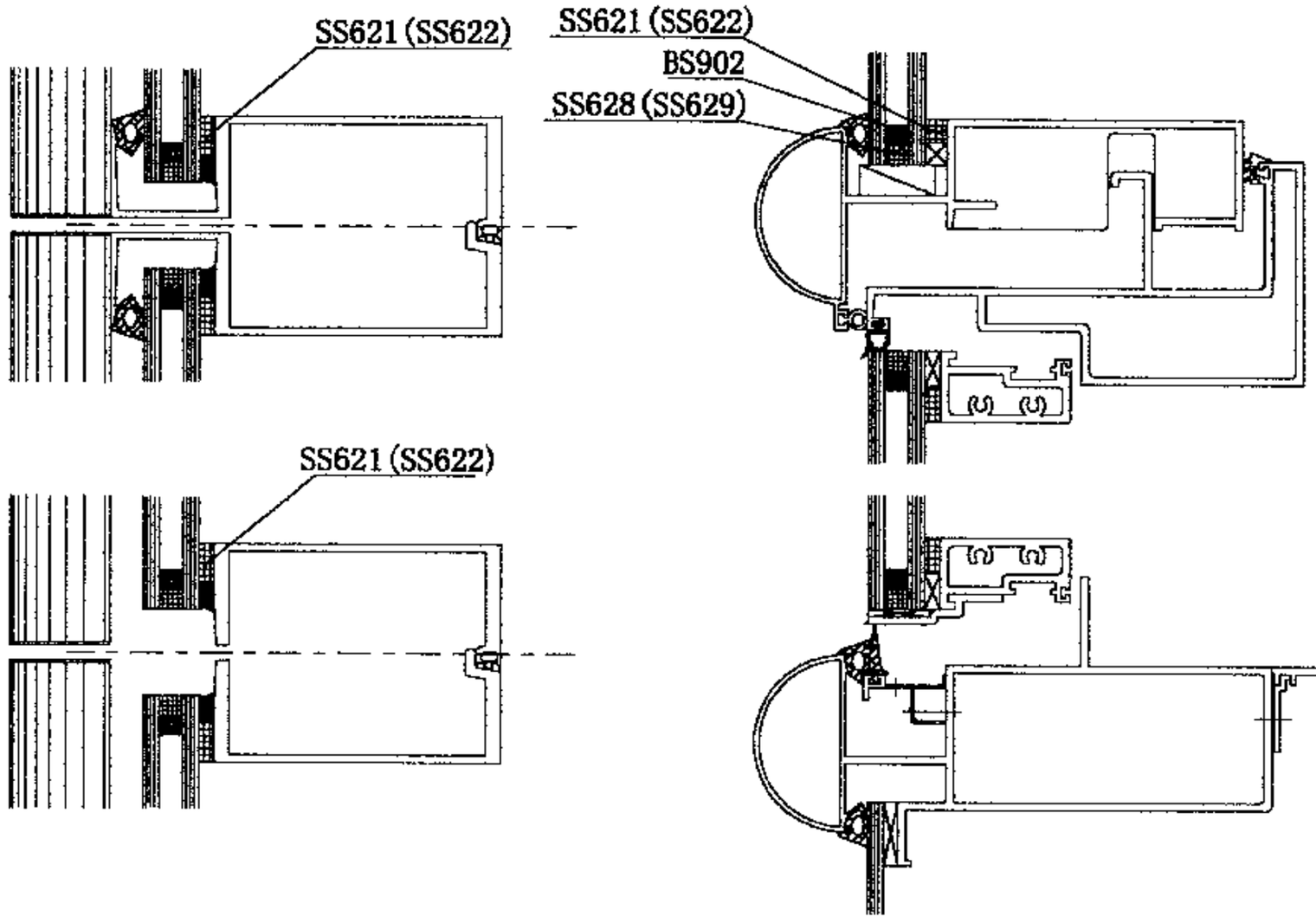
LN式单元式幕墙胶缝 ③	图集号	01BY-101
	第 112 页	



LN式单元式幕墙胶缝④	图集号	01BY-101
	第 113 页	

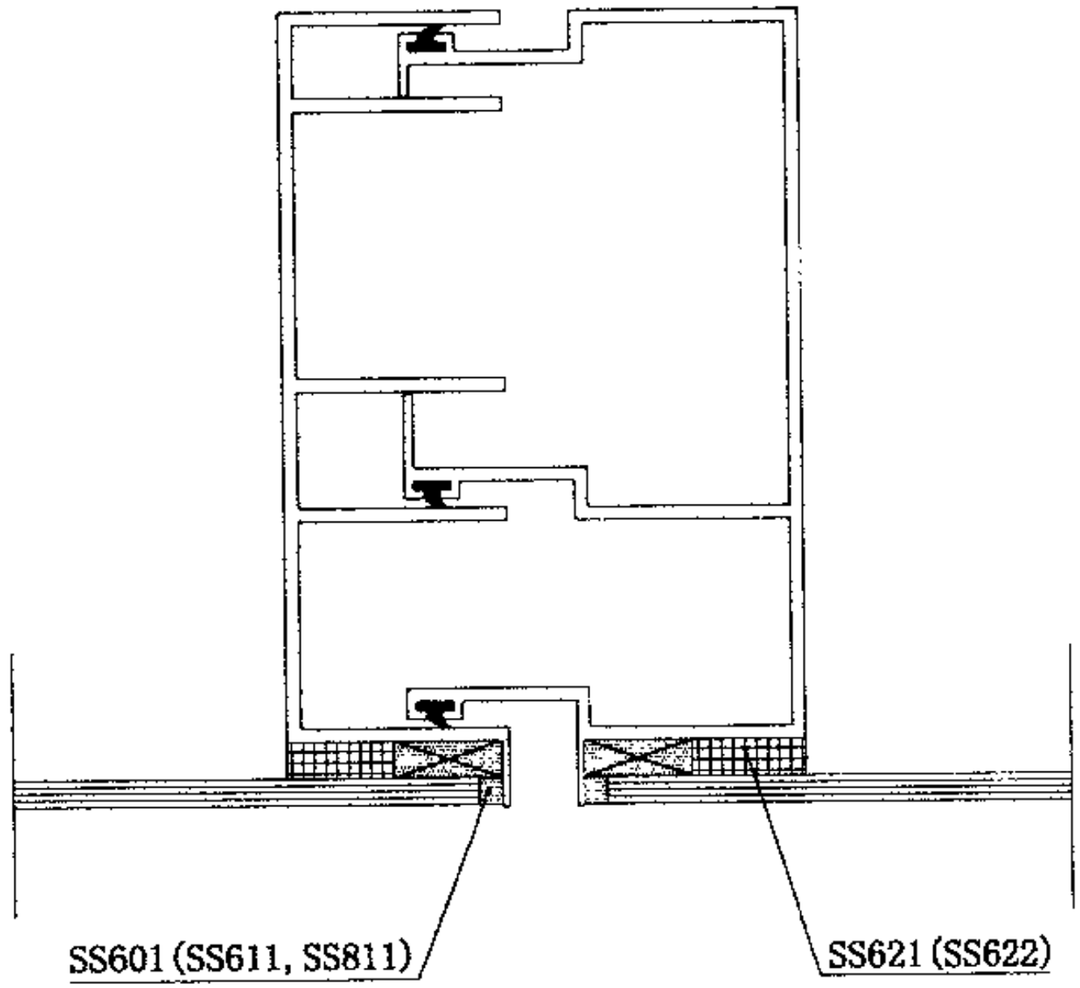


12. HP式单元式幕墙胶缝	图集号	01BY-101
	第	114 页



13. FJ式单元式幕墙胶缝

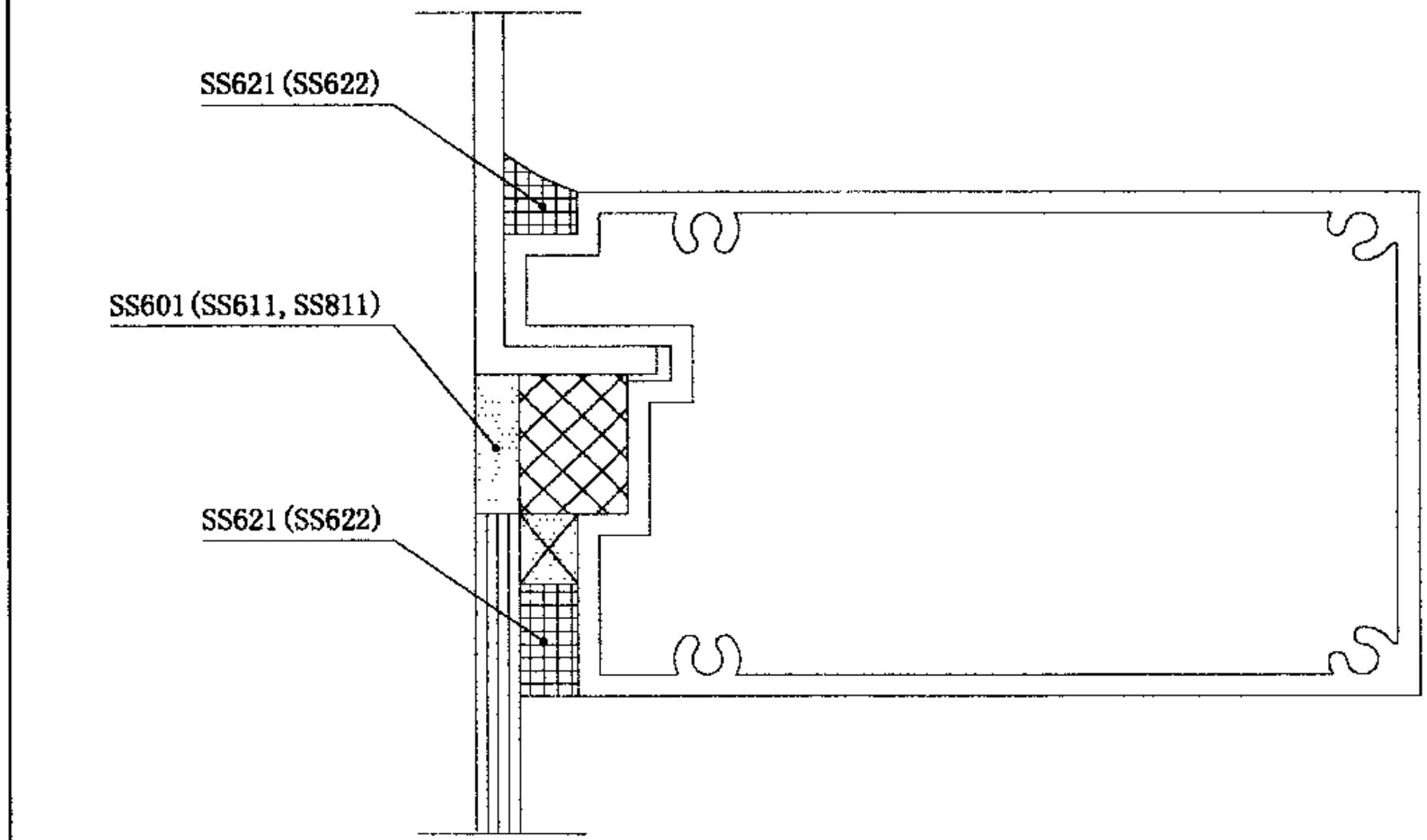
图集号	01BY-101
第	115 页



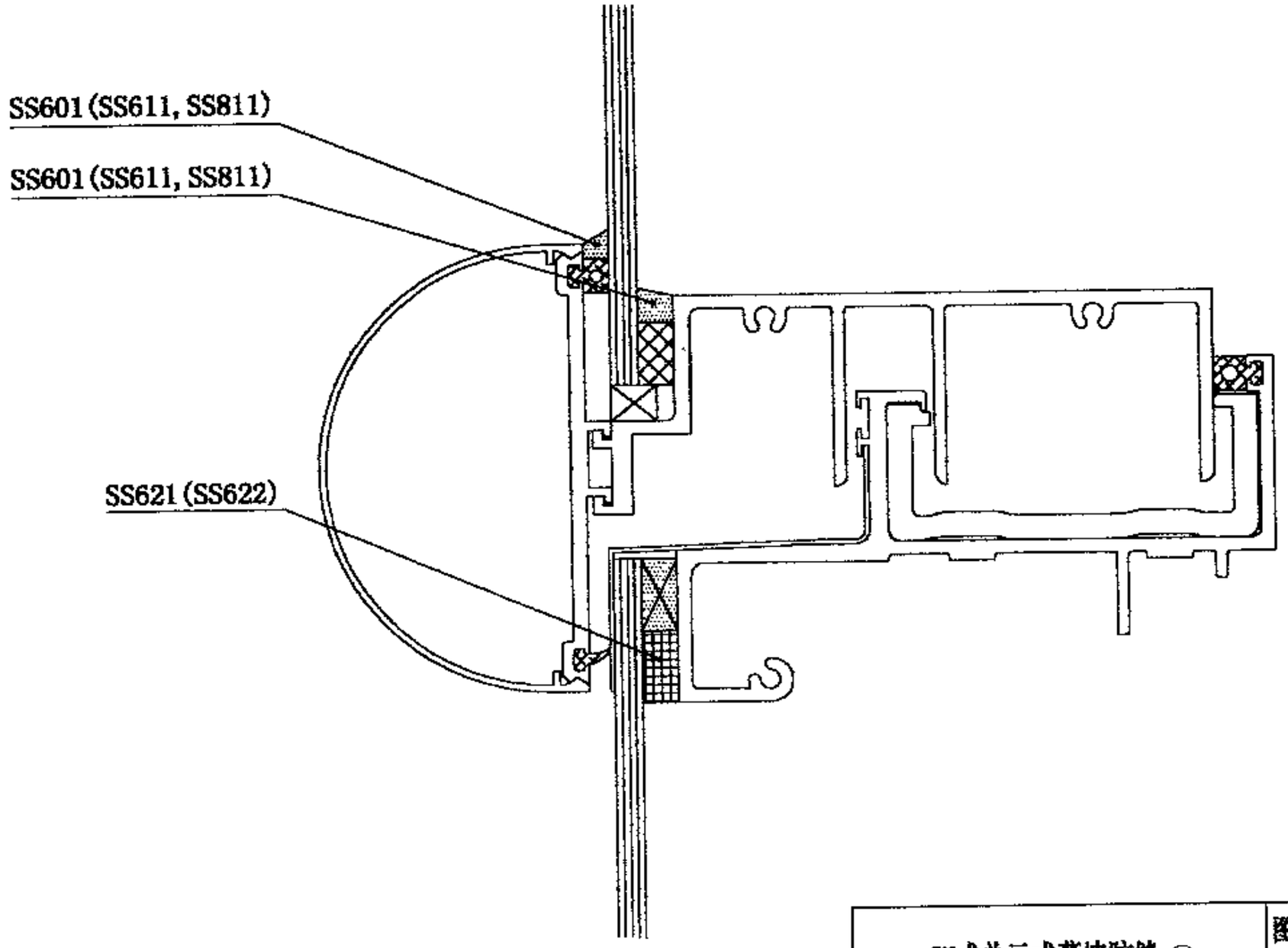
14. SH式单元式幕墙胶缝①

图集号 01BY-101

第 116 页

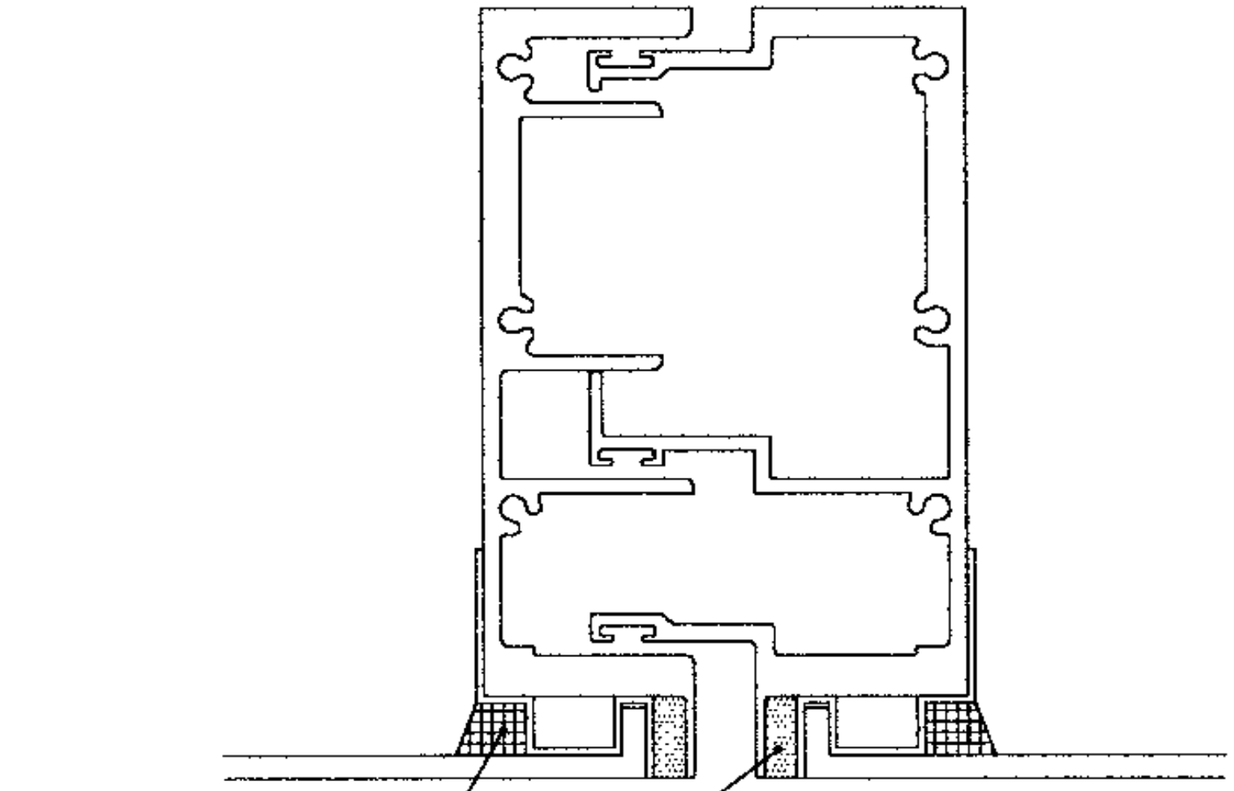


SH式单元式幕墙胶缝 ②	图集号	01BY-101
	第	117 页

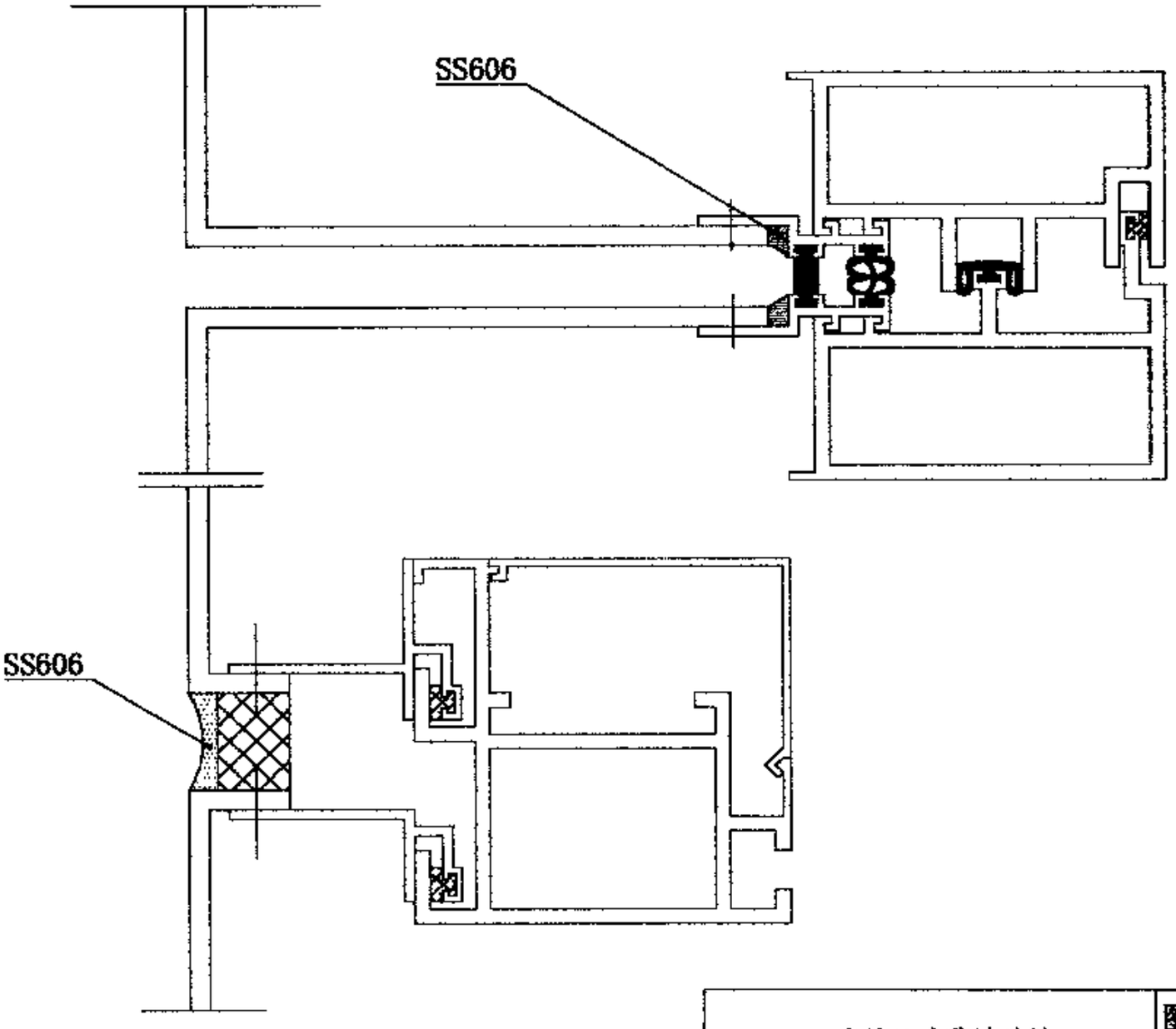


SH式单元式幕墙胶缝 ③

图集号	01BY-101
第	118 页

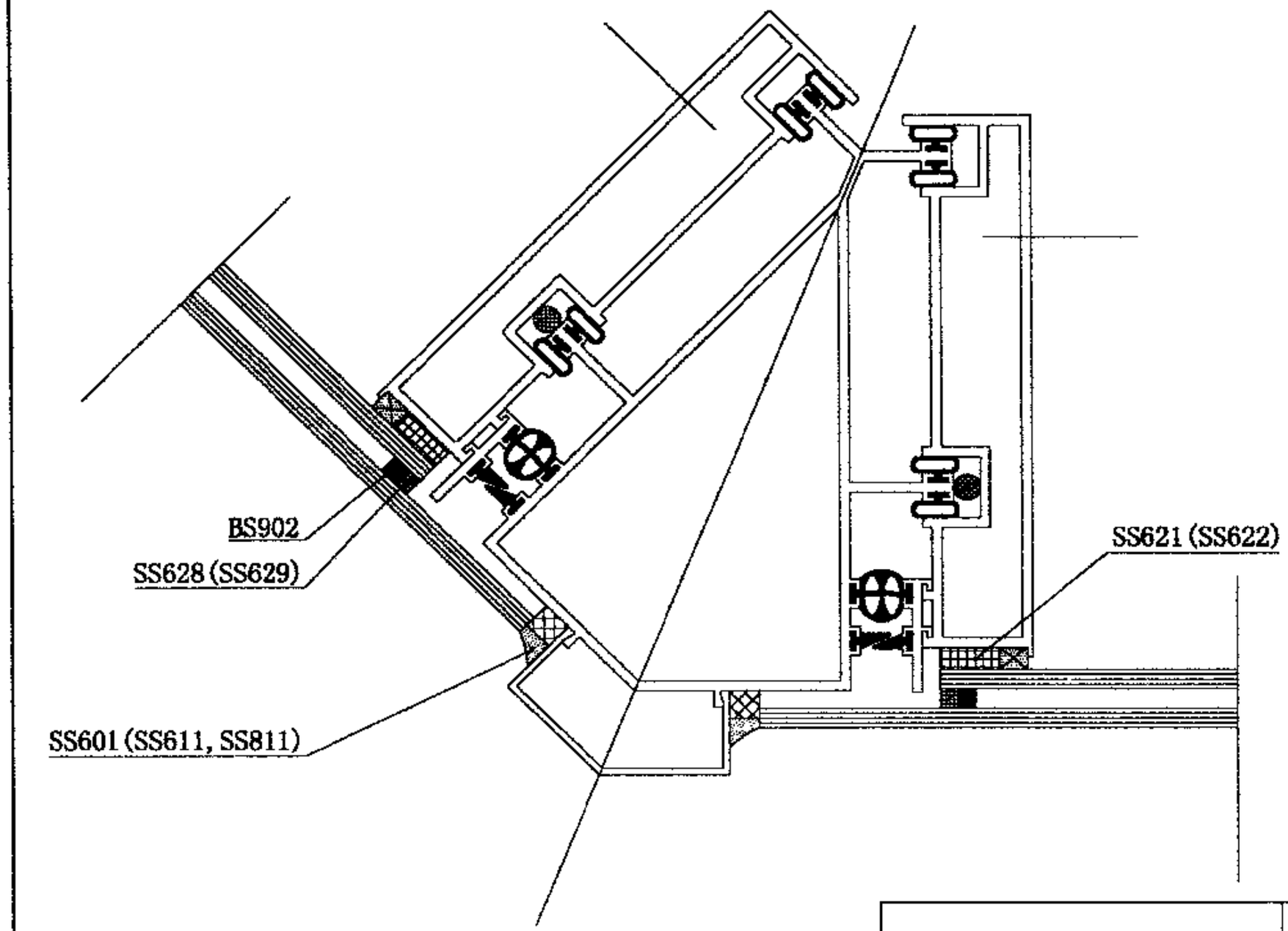


SH式单元式幕墙胶缝 ④	图集号	01BY-101
	第 119 页	

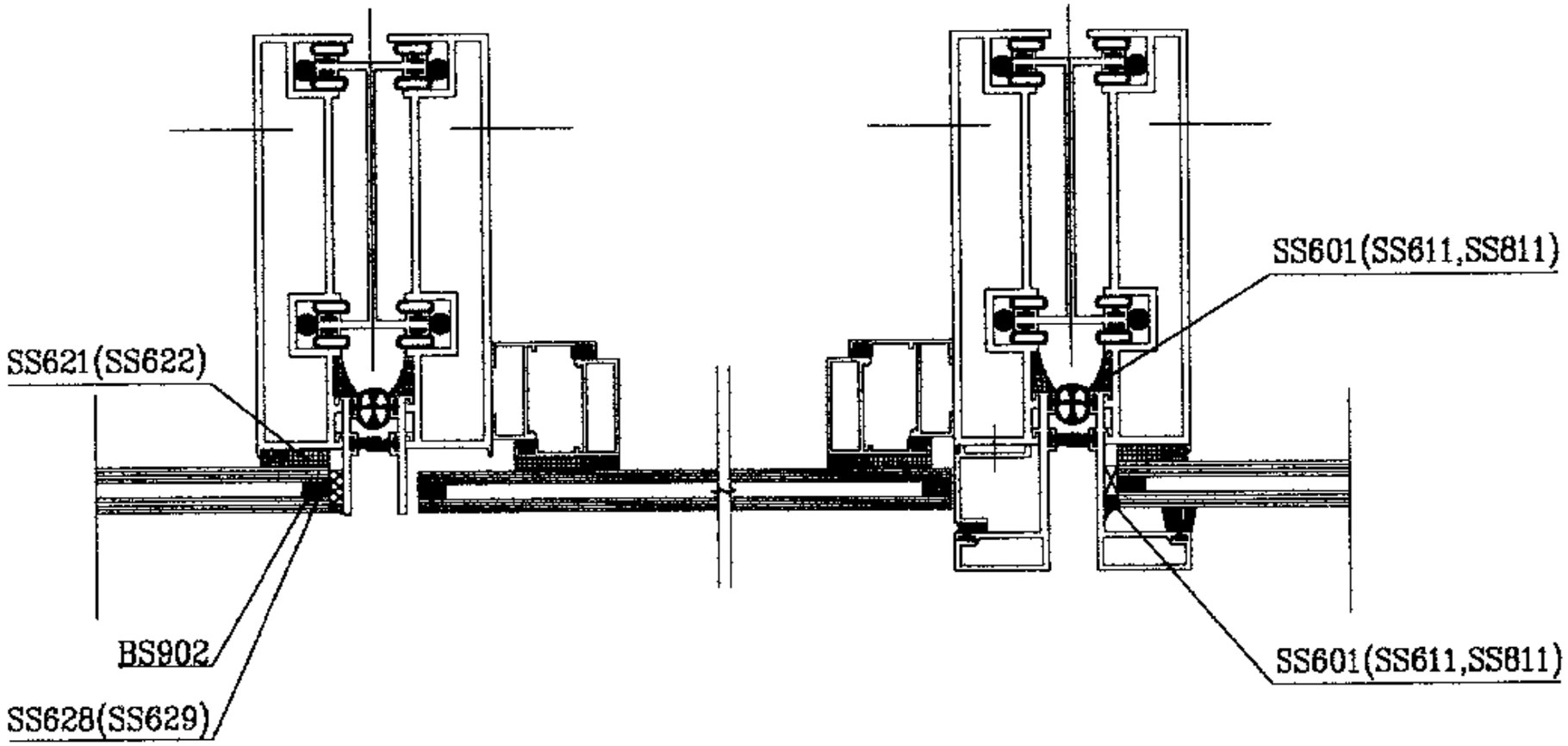


15. GD式单元式幕墙胶缝 ①

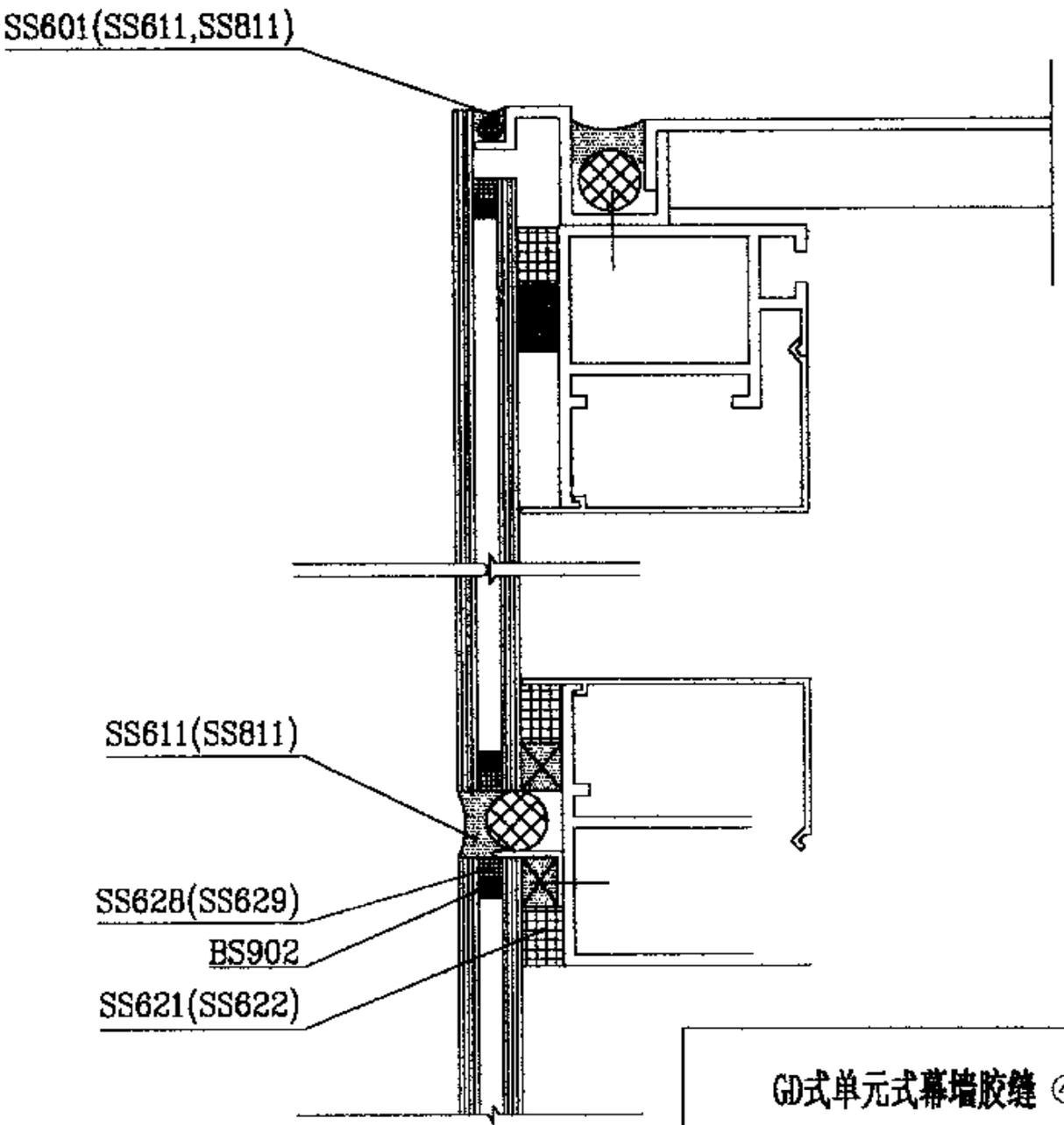
图集号	01BY-101
第	120 页



GD式单元式幕墙胶缝②	图集号	01BY-101
	第 121 页	

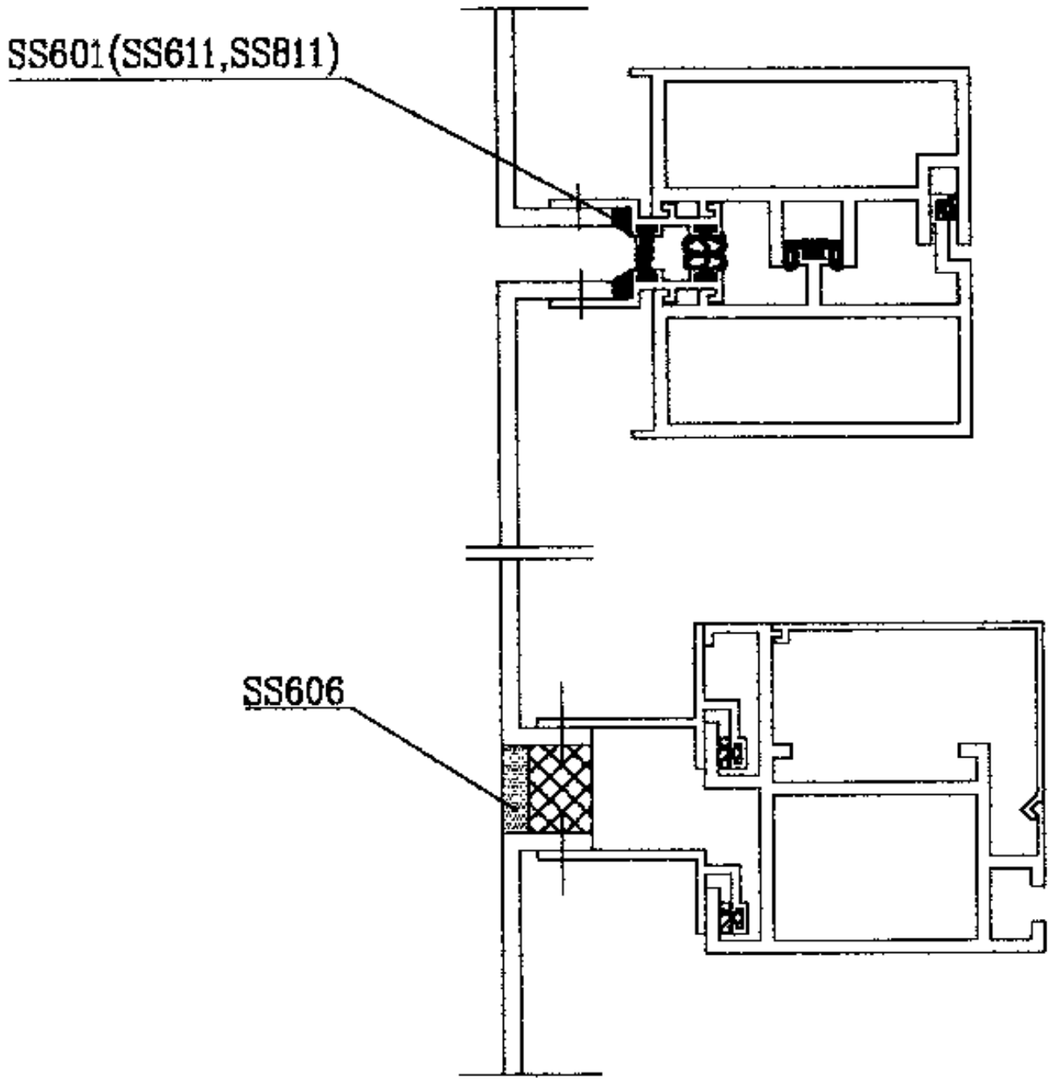


GD式单元式幕墙胶缝③	图集号	01BY-101
	第 122 页	

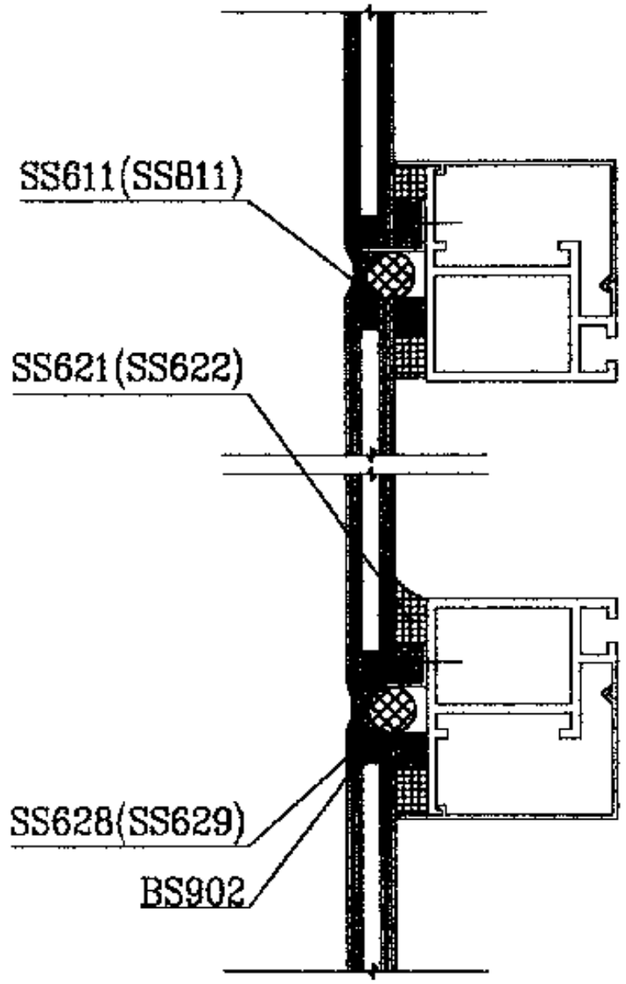


GD式单元式幕墙胶缝 ④

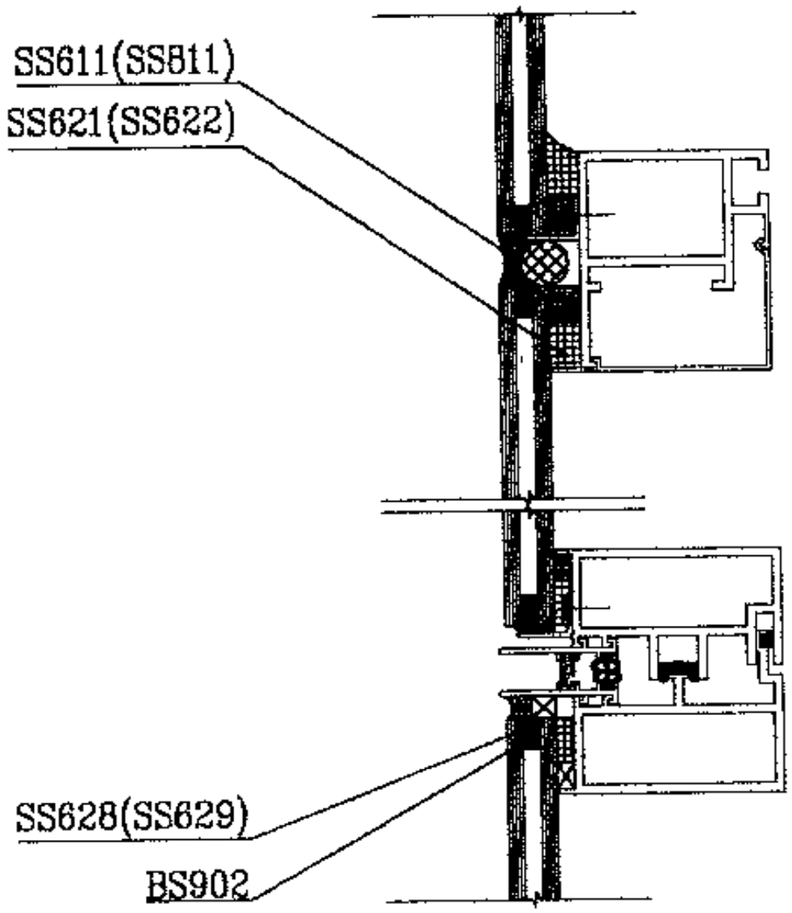
图集号	01BY-101
第	123 页



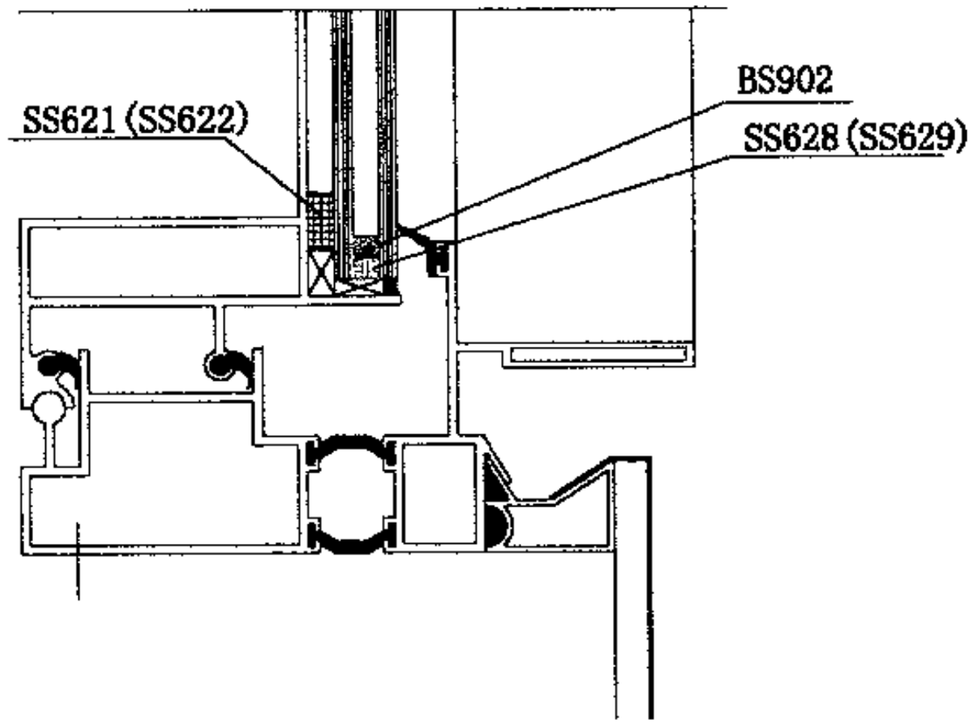
GD式单元式幕墙胶缝 ⑤	图集号	01BY-101
	第 124 页	

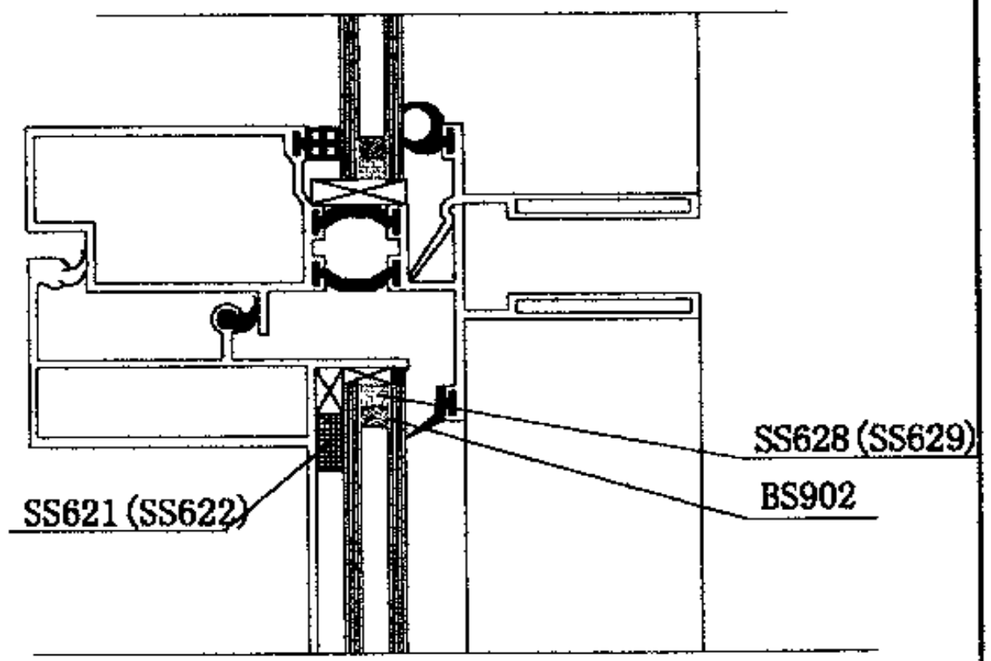


GD式单元式幕墙胶缝 ⑥	图集号	01BY-101
	第 125 页	



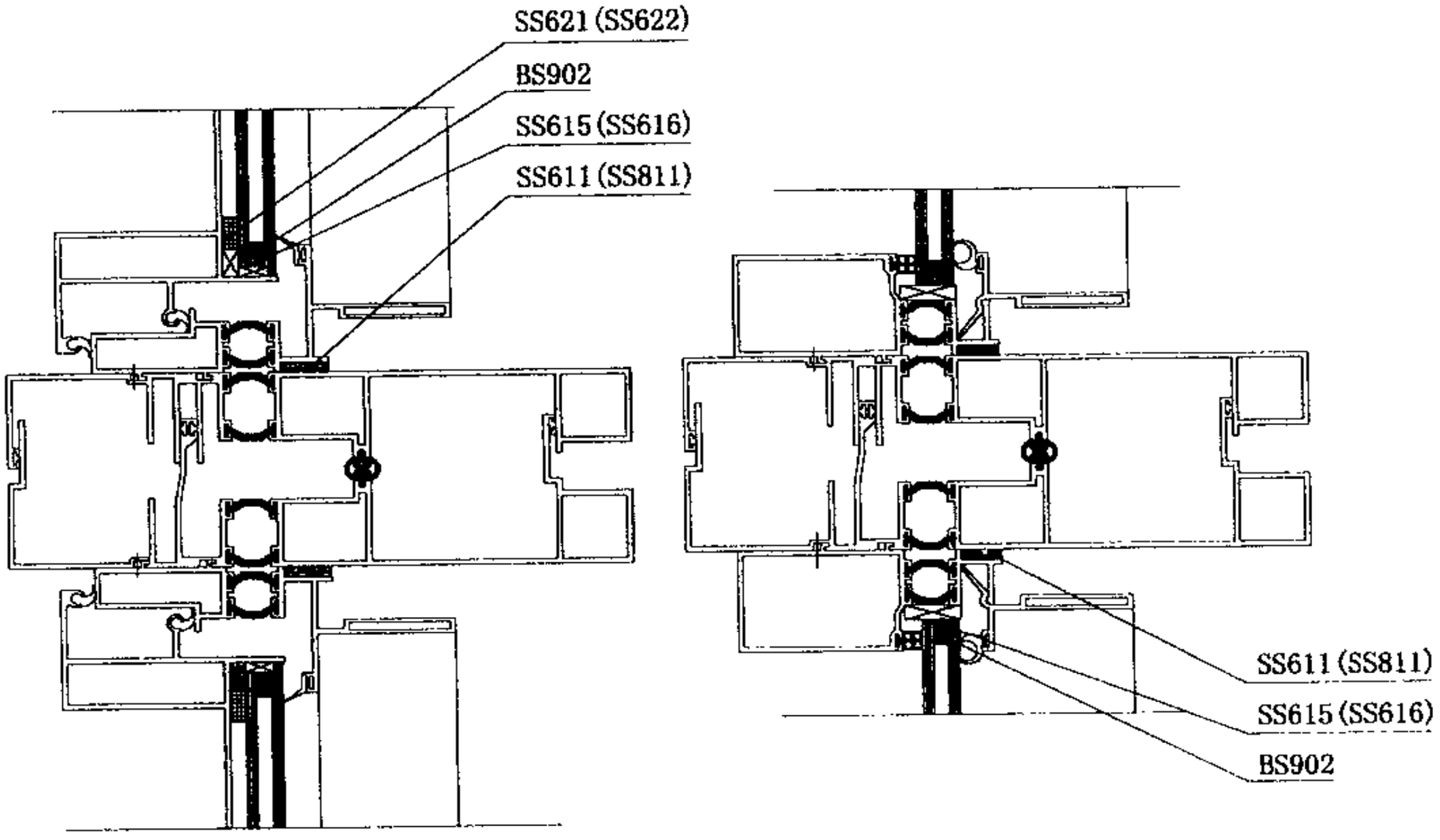
GD式单元式幕墙胶缝 ⑦	图集号	01BY-101
	第 126 页	



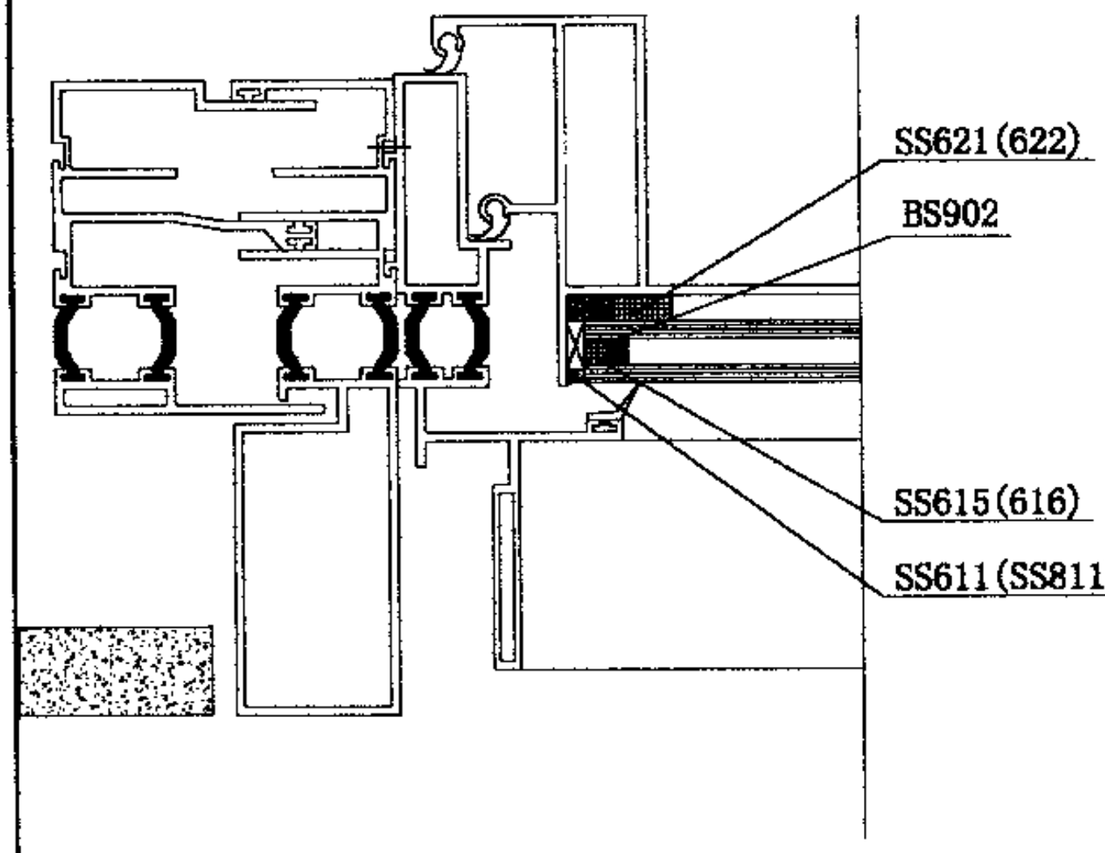


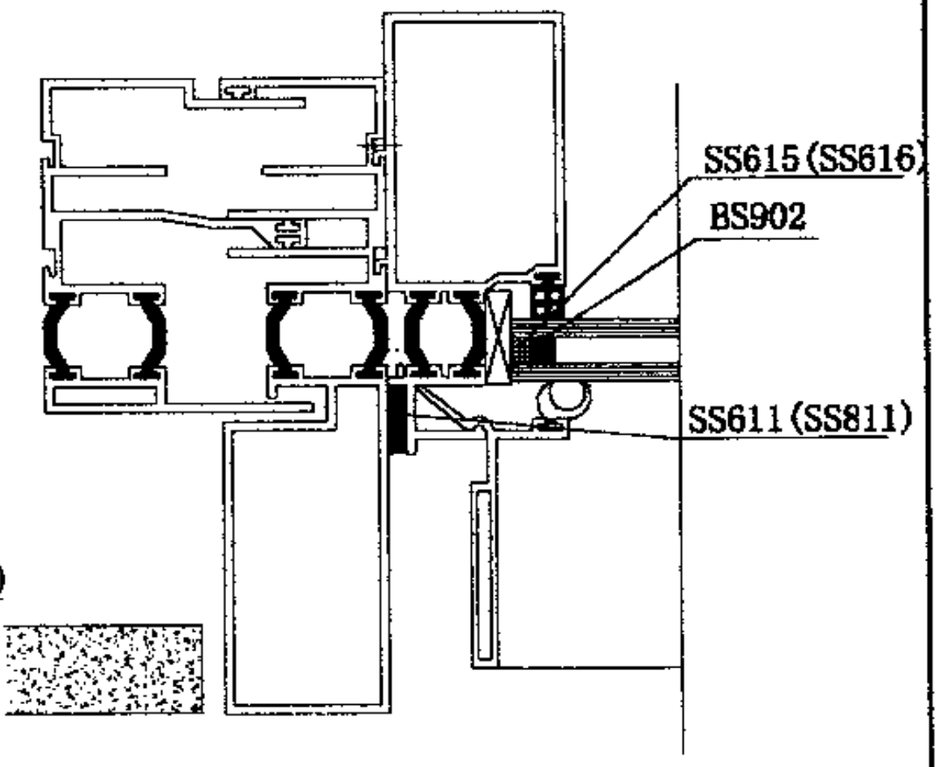
16. 断热型材单元式幕墙胶缝 ①

图集号	01BY-101
第	127 页

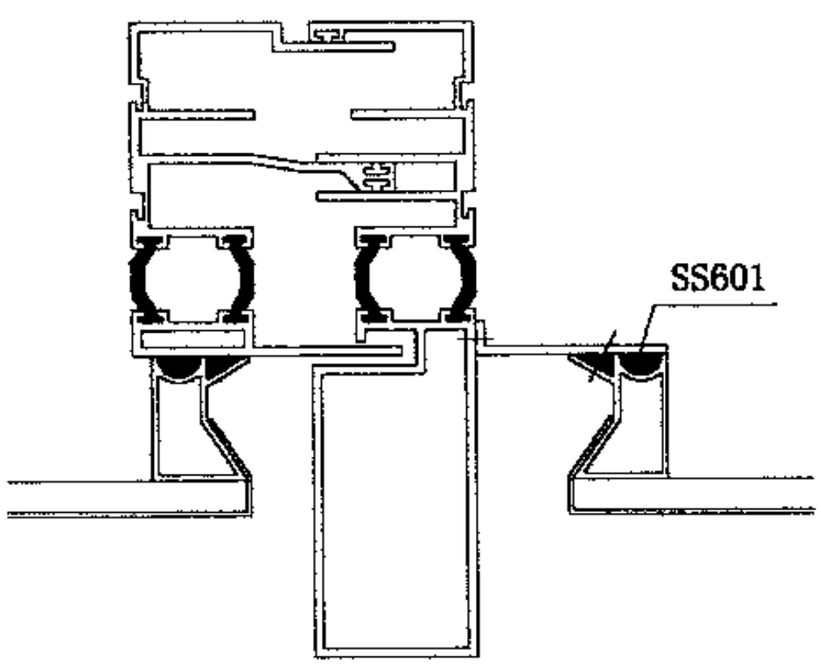


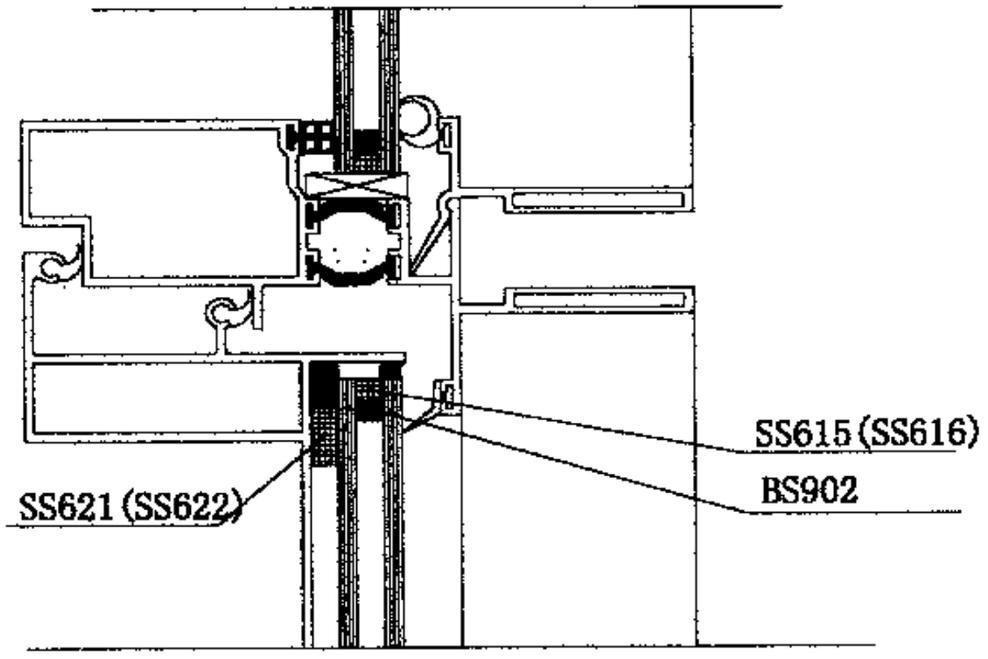
断热型材单元式幕墙胶缝 ②	图集号	01BY--101
	第 128 页	



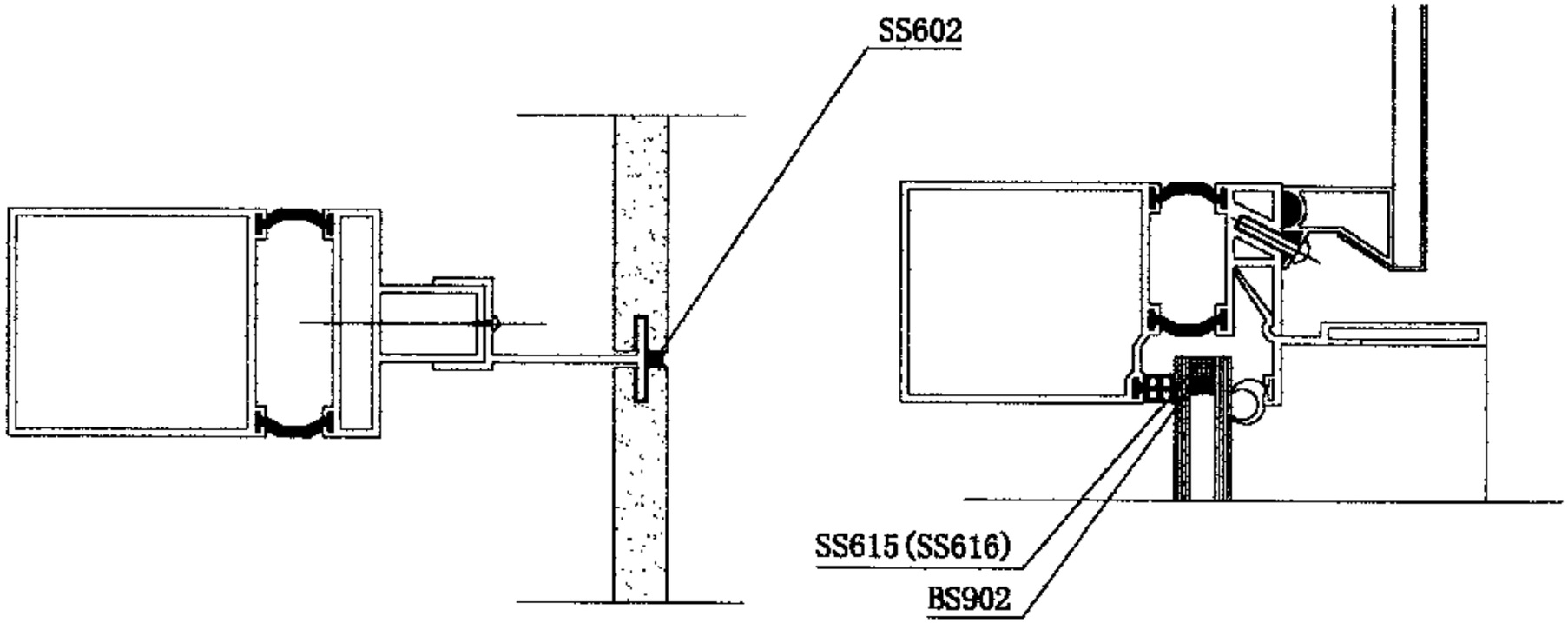


断热型材单元式幕墙胶缝 ③	图集号	01BY-101
	第 129 页	



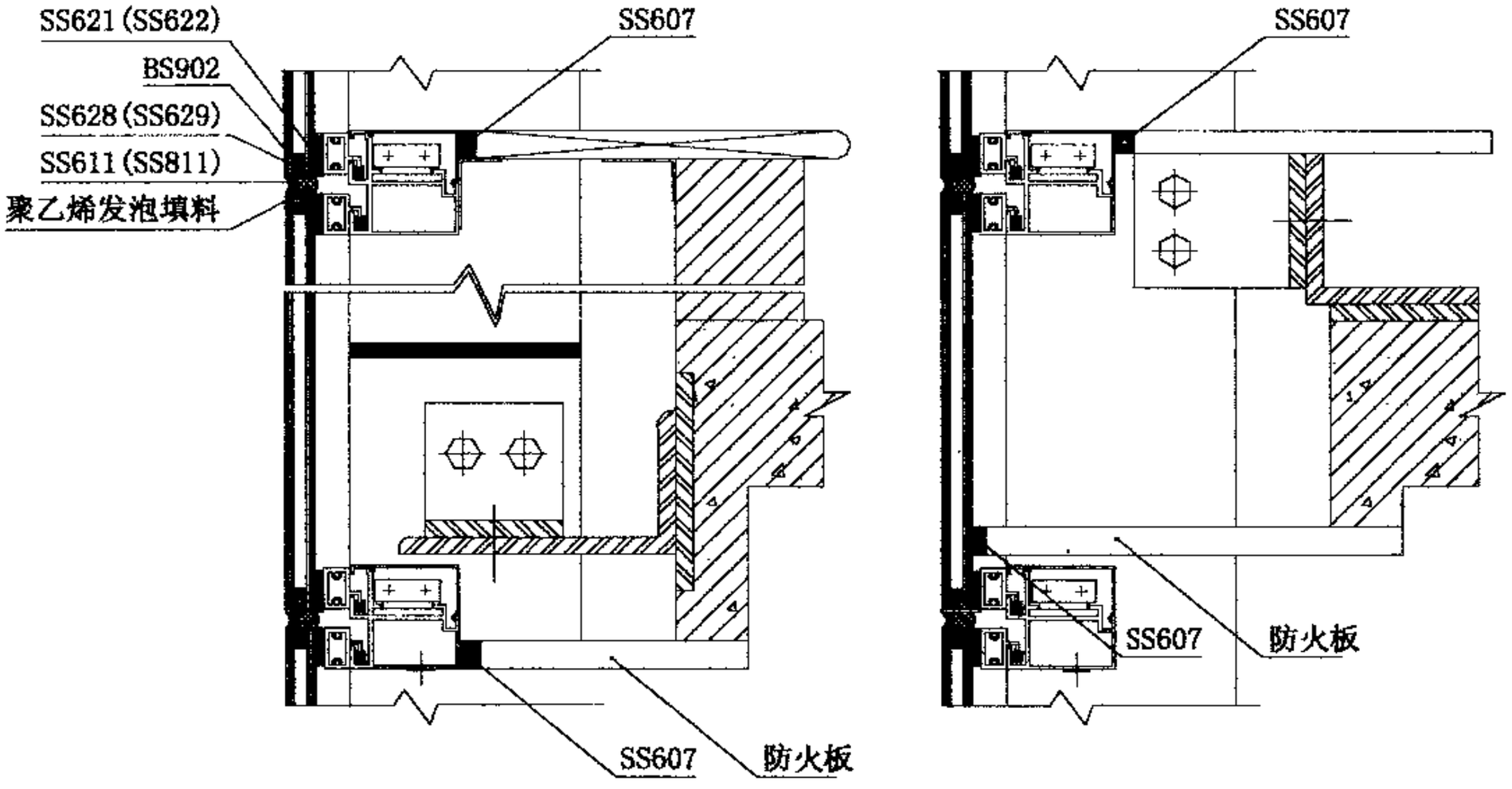


断热型材单元式幕墙胶缝④	图集号	01BY-101
	第 130 页	



断热型材单元式幕墙胶缝 ⑤	图集号	01BY-101
	第 131 页	

五、幕墙防火节点胶缝



幕墙防火节点 胶缝	图集号	01BY-101
	第 132 页	