



CECS_{xxx:xxxx}

中国工程建设协会标准

《焊接不锈钢屋面工程技术标准》

Technical standard for welding stainless steel
roofing engineering

（征求意见稿）

中国计划出版社

中国工程建设协会标准

焊接不锈钢屋面工程技术标准

Technical standard for welding stainless steel roofing engineering

CECS xxx:

主编单位：中国建筑西南设计研究院有限公司
中冶建筑研究总院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX 年 XX 月 XX 日

中国计划出版社

20XX 年 北 京

前 言

根据中国工程建设标准协会“关于印发《2018 年第一批协会标准制订、修订计划》的通知”建标协字〔2018〕015 号文的要求，制定本标准。

焊接不锈钢屋面是以不锈钢薄板为原材料，经辊压或折弯成型后，经专用焊接设备进行焊接连接固定，形成无缝隙、全密封的整体式防水金属屋面系统。标准编制组调查总结了青岛胶东国际机场航站楼金属屋面工程的实践经验，参考国内外相关技术标准，进行了理论研究和验证试验，并在广泛征求意见的基础上编制了本标准。

本标准共分 8 章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、材料、设计、施工、质量验收、维护与维修。

本标准由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理，由中国建筑西南设计研究院有限公司（地址：四川省成都市天府大道北段 866 号，邮政编码 610042）负责解释，在执行过程中如发现需要修改和补充之处，请将意见和建议寄往解释单位。

主 编 单 位：中国建筑西南设计研究院有限公司

中冶建筑研究总院有限公司

参 编 单 位：中国建筑防水协会金属屋面技术分会

北京启厦建筑科技有限公司

北京市建筑设计研究院有限公司

悉地（北京）国际建筑设计顾问有限公司

广东省建筑设计研究院

中国建筑标准设计研究院

广东省建筑金属围护系统工程技术研究中心

山西太钢不锈钢股份有限公司

宝钢集成系统建筑有限公司

中建二局安装公司

中国京冶工程技术有限公司

珠海安维特工程检测公司

中国建材检验认证集团苏州有限公司

中冶检测认证有限公司

中建科工集团有限公司

上海钢之杰结构建筑系统有限公司

世锐建筑科技（上海）有限公司

欧文斯科宁（中国）投资有限公司

北京东方诚国际钢结构工程有限公司

洛科威防火保温材料（广州）有限公司

宁波宝新不锈钢有限公司

万华保温防水（青岛）有限公司

山东万事达建筑钢品股份有限公司

主要起草人：

主要审查人：

目次

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 基本规定.....	3
4 材料.....	5
4.1 一般规定.....	5
4.2 面板材料.....	5
4.3 支承材料.....	7
4.4 保温隔热材料.....	7
4.5 连接件及紧固件.....	8
4.6 其他材料.....	8
5 设计.....	11
5.1 一般规定.....	11
5.2 建筑设计.....	12
5.3 结构设计.....	13
5.4 细部构造设计.....	14
5.5 性能检测.....	16
6 施工.....	18
6.1 一般规定.....	18
6.2 加工制作与运输贮存.....	18
6.3 系统下部构造层的安装.....	19
6.4 面板安装与焊接.....	20
6.5 细部焊接构造处理.....	21
7 质量验收.....	22
7.1 一般规定.....	22
7.2 加工制作验收.....	23
7.3 现场安装检查与验收.....	25
8 维护与维修.....	29
8.1 一般规定.....	29
8.2 维护.....	29
8.3 维修.....	30
本标准用词说明.....	31
附录 A 引用标准名录.....	32
附录 B 焊接不锈钢屋面系统抗风试验方法.....	33
B.1 一般规定.....	33
B.2 试验装置.....	33
B.3 测试样品.....	34
B.4 试验方法.....	34

B.5 检测报告	36
附录 C 焊接不锈钢屋面系统综合性能试验方法（推荐方法）	38
C.1 一般规定	38
C.2 试验装置	38
C.3 测试样品	39
C.4 试验方法	39
C.5 检测报告	41
附录 D 屋面板固定支座、螺钉紧固件拉拔试验方法	42
D.1 概述	42
D.2 夹具及试验设备	42
D.3 测试样品	43
D.4 测试程序	44
D.5 检测报告	46
条文说明	47

Contents

1 General Provisions	1
2 Terms and Symbols	2
3 Basic requirement	3
4 Materials	5
4.1 General requirements	5
4.2 Panel material	5
4.3 Supporting mat	7
4.4 Insulation material	7
4.5 Connectors and fasteners	8
4.6 Others	8
5 Design	11
5.1 General requirements	11
5.2 Architectural design	12
5.3 Structural design	13
5.4 Detail structure design	14
5.5 Performance testing	16
6 Construction	18
6.1 General requirements	18
6.2 Fabrication, transportation and storage	18
6.3 Installation of system substructure layer	19
6.4 Panel installation and welding	20
6.5 Detail welding structure treatment	21
7 Quality acceptance	22
7.1 General requirements	22
7.2 Processing and manufacturing acceptance	23
7.3 On site installation inspection and acceptance	25
8 Maintenance and repair	29
8.1 General requirements	29
8.2 Maintenance	29
8.3 repair	30
Explanation of words in this code	31
Appendix A List of quoted standards	32
Appendix B Wind resistance test method of welded stainless steel roof system	33
B.1 General requirements	33
B.2 Test device	33
B.3 Test sample	34
B.4 Test method	34

B.5 Test report.....	36
Appendix C 焊接不锈钢屋面系统综合性能试验方法 （推荐方法）	38
C.1 General requirements	38
C.2 Test device.....	38
C.3 Test sample.....	39
C.4 Test method.....	39
C.5 Test report.....	41
Appendix D 屋面板固定支座、螺钉紧固件拉拔试验方法	42
D.1 Summary	42
D.2 Fixture and test equipment.....	42
D.3 Test sample.....	43
D.4 Test procedure	44
D.5 Test report.....	46
Explanatory notes.....	47

1 总则

1.0.1 为保证焊接不锈钢屋面系统在工程项目中的正确应用，做到确保质量、功能完善、安全可靠、技术先进、耐久美观、节能环保，特制定本标准。

【条文说明】自从金属屋面在国内工业与民用建筑中应用以来，成为常用的屋面形式之一，得到了迅速发展和普及。金属屋面面层所用到材料及形式多种多样，常用的有镀锌钢板、镀铝锌钢板、铝板、不锈钢板、钛锌板、铜板等。板型及构造形式也各不相同。金属屋面作为建筑外围护的一种形式，必然要承担建筑围护主要功能的实现，包括耐久、节能、防水、抗风、装饰等。金属屋面在施工过程中，存在的问题也全面的暴露了出来。一是耐久问题，包括破损、锈蚀等，后期维护维修成本较高；二是风揭问题，造成很坏的社会影响，直接及间接损失巨大；三是渗漏问题，给建筑物的日常运营及维护带来很大的不便和困扰。现在的情况是，每一个采用金属屋面的重点建筑项目实施前都把这两个问题作为重点解决的技术问题。建筑行业在实践过程中采取了各种技术措施来修补和改善，以求解决类似顽疾。其中焊接不锈钢屋面技术在工程上的正确应用是比较有效的手段之一。

焊接不锈钢屋面具备以下几个特点：

（1）不锈钢的抗腐蚀性能强，使用年限远远大于铝合金屋面和镀铝锌钢板屋面，而且使用期间维护成本低，综合性价比高。

（2）屋面所有接缝采用焊接，实现屋面整体结构式密封，即使屋面接缝处浸泡于水中也不会漏水，从而解决了传统金属屋面容易漏水的顽疾。

（3）屋面板与连接件采用焊接方式连接，避免了屋面板与固定支座锁扣不牢的现象，极大地提高了屋面的抗风揭能力，有效的保证了金属屋面使用的安全性。

1.0.2 本标准适用于民用与工业建筑焊接不锈钢屋面系统工程的设计、施工、验收和维护。

1.0.3 焊接不锈钢屋面系统的除应执行本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 压型不锈钢板 Profiled stainless steel sheet

将不锈钢钢板或钢带经辊压冷弯或折弯，形成连续波形截面或其它截面的成型金属板。

2.0.2 焊接不锈钢屋面 welding stainless steel roof

在施工现场采用电阻焊的方式，将压型不锈钢板和不锈钢固定支座通过专用焊接设备焊接形成连续焊缝，固定于下部结构，达到具有完全气密性和水密性，实现整体结构性防水的金属屋面构造。

2.0.3 焊接不锈钢屋面系统 welding stainless steel roofing system

以焊接不锈钢屋面作为外层金属板构造层的金属屋面系统。

【条文说明】金属屋面系统的构造层次一般包括外层金属板、防水层、绝热层、隔汽层、支承结构层等，有些还具备一些辅助构造，包括装饰板、种植物、防坠落和防冰雪设施等。焊接不锈钢屋面系统最主要的特征是把金属屋面系统中的外层金属板采用不锈钢材料，通过焊接不锈钢屋面技术实现连接。

2.0.4 连续缝焊 seam welding

压型不锈钢板肋间或板肋与屋面异形板折边间，通过施焊形成连续的焊缝。

【条文说明】电阻焊是在焊件组合后通过电极施加压力，利用电流通过接头的接触面及邻近区域产生的电阻热进行焊接的方法。电阻焊的焊接方式分为缝焊、点焊、凸焊及对焊。连续焊接不锈钢屋面系统主要采用缝焊和点焊方式。其中板肋的自动焊接及手持式节点焊接属于缝焊方式，配套使用的点焊机属于点焊方式。

2.0.5 点焊 spot welding

不锈钢板肋或屋面异形板折边通过焊接形成的点状焊点。

2.0.6 固定支座 clip

将压型不锈钢板固定于下部支承结构的连接构件。分为不滑动支座和滑动支座。

3 基本规定

3.0.1 焊接不锈钢屋面系统设计应根据建筑物功能特点、环境条件和经济因素，进行系统专项设计，合理设置屋面构造层次。

【条文说明】焊接不锈钢屋面系统的专项设计一般包括构造层次设计、支承结构设计、抗风揭设计、防水及排水设计、保温隔热设计、防火设计、防雷设计、隔声和吸声设计、维护设施设计、附加功能层设计、细部构造设计等。

焊接不锈钢屋面系统的构造层次一般包括：面板层、缓冲层、面板支承层、保温隔热层、结构层、隔汽层、其他功能层等。

3.0.2 焊接不锈钢屋面系统的结构性能应通过计算确定，必要时通过试验进行验证。

【条文说明】焊接不锈钢屋面系统的试验宜包括全系统的抗风揭试验、固定支座和紧固件的拉拔试验等。

3.0.3 焊接不锈钢屋面系统可用于坡屋面、坡度小于3%的平缓屋面和有植物绿化的屋面

【条文说明】焊接不锈钢是依靠焊接实现水密性能，即使水漫过焊缝或直立边也不会产生渗漏现象。平顶、平缓坡屋顶、圆柱形或球形屋顶上的近平坦区域易产生积水，采用焊接不锈钢屋面系统会使此类屋顶渗漏的风险降低。

焊接不锈钢是环保屋面系统的理想选择，因为它具有优秀的耐腐蚀性，机械应力以及耐根部穿刺和耐藻类腐蚀的能力。但用焊接不锈钢屋面作为植物绿化屋顶的垫层时，应选用含钼的不锈钢牌号牌号的不锈钢作为基材。钼含量不小于1.5%。

3.0.4 焊接不锈钢屋面系统具有稳定可靠的防水效果，在面板下方不设防水层的情况下，防水等级可达到一级。

【条文说明】屋面漏水的三个因素是：有水、有缝隙、有水进入缝隙的动力。这三个因素中，只要完全解决一个因素，就不会发生渗漏现象。焊接不锈钢屋面最主要的特征是依靠连续焊缝把面板之间的缝隙焊接在一起，形成完全封闭的、没有缝隙的防水面层，从而从根本上解决了屋面渗漏问题。因此焊接不锈钢屋面系统具有稳定可靠的防水效果，仅依靠焊接不锈钢面层防水等级可达到一级。

3.0.5 焊接不锈钢屋面板应根据建筑物使用功能、设计使用年限、重要性程度、环境影响、经济性指标等因素合理选择不锈钢牌号。

【条文说明】焊接不锈钢屋面板常用面材包括铁素体不锈钢、奥氏体不锈钢。其中铁素体不锈钢包括019Cr23MoTi（445J1）、019Cr23Mo2Ti（445J2）、019Cr21CuTi（443）；奥氏体不锈钢包括06Cr19Ni10（304）、022Cr19Ni10（304L）、06Cr17Ni12Mo2（316）、022Cr17Ni12Mo2（316L）。

3.0.6 焊接不锈钢屋面板公称厚度应为0.4mm~0.5mm，当屋面板作为防雷接闪器时屋面板公称厚度应为0.5mm。

【条文说明】焊接不锈钢屋面板厚度为0.5mm，可以作为接闪器。当主体结构为钢结构时，屋面板与固定支座通过焊接连接，固定支座、下部支撑层与下部次结构通过大量自攻螺钉连接，次结构与主体钢结构采用螺栓或焊接连接，故无需特别设置防雷措施。如建筑物主体非钢结构，则须按照防雷规范的有关要求，利用避雷带将屋面次结构与结构顶部预留的避雷接口可靠连接。工程完工后，须按照防雷规范测量建筑物接地电阻值，验证屋面系统防雷性能。当屋面单独设置防雷接地措施，如有避雷针或避雷带，或其他构件作为接闪器时，屋面板公称厚度可小于0.5mm。

3.0.7 焊接不锈钢屋面的固定支座应根据屋面系统的具体要求确定其形式。若采用滑动支座，应根据滑动支座的伸缩长度确定面板的长度。

4 材料

4.1 一般规定

- 4.1.1 焊接不锈钢屋面系统所用材料包括面板材料、缓冲材料、支承材料、保温隔热材料、防水材料、隔汽材料、连接件、紧固件和其他配套材料。
- 4.1.2 焊接不锈钢屋面系统所采用的材料应符合相关国家、行业标准的有关规定或设计要求。
- 4.1.3 焊接不锈钢屋面板应根据项目所在地区的湿度、腐蚀性等环境条件选择适宜的不锈钢材料牌号。
- 4.1.4 对屋面构造中两种不同金属材料直接接触的情况，应了解其相容性，或采取有效的隔离措施，避免产生金属材料的电偶腐蚀。

4.2 面板材料

- 4.2.1 焊接不锈钢屋面采用的不锈钢面板应符合国家现行标准《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280、《建筑屋面和幕墙用冷轧不锈钢板和钢带》GB/T 34200有关规定。常用的不锈钢材料的力学性能见表4.2.1-1和表4.2.1-2。

表4. 2. 1-1 经退火处理铁素体钢带力学性能

统一数字代号	简称	牌号	规定塑性	抗拉	断后	180° 弯曲试验 弯曲压头直径 D	硬度值		
			延伸强度 R _{0.2} /MPa	强度 R _m /Mpa	延伸率 A/%		HBW	HRB	HV
			不小于				不大于		
S12362	445J1	019Cr23MoTi	245	410	20	D=1a	217	96	230
S12361	445J2	019Cr23Mo2Ti	245	410	20	D=1a	217	96	230
S12182	443	019Cr21CuTi	205	390	22	D=1a	192	90	200

表4. 2. 1-2 经固溶处理奥氏体钢带力学性能

统一数字代号	简称	牌号	规定塑性	抗拉	断后	硬度值		
			延伸强度 $R_{e0.2}$ /MPa	强度 R_m /Mpa	延伸率 A/%	HBW	HRB	HV
			不小于			不大于		
S30403	304L	022Cr19Ni10	180	485	40	201	92	210
S30408	304	06Cr19Ni10	205	515	40	201	92	210
S31603	316L	022Cr17Ni12Mo2	180	515	40	217	95	220
S31608	316	06Cr17Ni12Mo2	205	515	40	217	95	220

- 4.2.2 焊接不锈钢屋面常用的不锈钢牌号和化学成分(熔炼分析)见表4. 2. 2, 化学成分允许偏差应符合《钢的成品化学成分允许偏差》GB/T 222的有关规定。

表4. 2. 2 不锈钢的化学成分

统一数字代号	简称	牌号	化学成分（质量分数）%										
			C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其他元素

S12362	445J1	019Cr23MoTi	0.025	1.00	1.00	0.040	0.030	-	21.0~24.0	0.70~1.50	0.60	0.025	Ti, Nb, Zr 或其组合: 8×(C+N)~0.8
S12361	445J2	019Cr23Mo2Ti	0.025	1.00	1.00	0.040	0.030	-	21.0~24.0	1.50~2.50	0.60	0.025	Ti, Nb, Zr 或其组合: 8×(C+N)~0.8
S12182	443	019Cr21CuTi	0.025	1.00	1.00	0.030	0.030	-	20.50~23.00	-	0.30~0.80	0.025	Ti, Nb, Zr 或其组合: 8×(C+N)~0.8
S30403	304L	022Cr19Ni10	0.030	0.75	2.00	0.045	0.030	8.00~12.00	17.50~19.50			0.10	
S30408	304	06Cr19Ni10	0.07	0.75	2.00	0.045	0.030	8.00~10.00	17.50~19.50			0.10	
S31603	316L	022Cr17Ni12Mo2	0.030	0.75	2.00	0.045	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00		0.10	
S31608	316	06Cr17Ni12Mo2	0.08	0.75	2.00	0.045	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00		0.10	

4.2.3 根据屋面不锈钢的不同使用环境及建筑物外观要求,可选择不同加工表面。焊接不锈钢屋面板表面宜为哑光表面,表面粗糙度应控制在 $Ra=1.0\sim 2.0\mu m$,光泽度(20°)应控制在40GU以下。粗糙度测量应符合《产品几何技术规范(GPS)表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值》GB/T 1031的有关规定,表面光泽度测量应符合《色漆和清漆 不含金属颜料的色漆漆膜的20°、60°和85°镜面光泽的测定》GB/T 9754的有关规定。

【条文说明】屋面用不锈钢表面的加工类型可按表1选用。

表1 屋面用不锈钢表面的加工类型

简称	加工类型	表面状态	备注
2D表面	冷轧、热处理、酸洗或除磷	表面均匀、呈哑光状。	冷轧后热处理、酸洗或除磷。哑光表面经酸洗产生。
2B表面	冷轧、热处理、酸洗或除磷、光亮加工	较2D表面光滑平直。	在2D表面的基础上,对热处理除磷后的钢板用抛光辊进行小压下量的平整。
BA表面	冷轧、光亮退火	平滑、光亮、反光。	冷轧后在控气氛炉内进行光亮退火。
2F表面	毛面辊轧制、热处理、酸洗或除磷	表面平整均匀、粗糙度较大,呈毛面,哑光。	毛面辊轧制、热处理、酸洗或除磷,哑光表面经毛面辊轧制产生。

4.2.4 不锈钢材料的理性能指标应按表4.2.4采用。

表4.2.4 不锈钢物理性能

统一数字代号	简称	牌号	密度 g/cm ³	比热 20℃ J/(kg·K)	弹性量 GPa	线膨胀系数 α 20~100℃, 10 ⁻⁶ /℃	磁性	导热率 W/(m·K)
S12362	445J1	019Cr23MoTi	7.75	460	200	10.0	有	22.5
S12361	445J2	019Cr23Mo2Ti	7.72	460	200	10.1	有	22.5
S12182	443	019Cr21CuTi	7.70	440	204	10.5	有	22.5
S30403	304L	022Cr19Ni10	7.90	500	199	16.8	无	15.0
S30408	304	06Cr19Ni10	7.93	500	199	16.0	无	15.0
S31603	316L	022Cr17Ni12Mo2	8.00	485	199	16.0	无	15.0

S31608	316	06Cr17Ni12Mo2	7.98	444	199	15.7	无	15.0
--------	-----	---------------	------	-----	-----	------	---	------

4.3 支承材料

4.3.1 檩条材质应符合国家现行标准《碳素结构钢》GB/T700规定的Q235B和《低合金高强度结构钢》GB/T1591规定的Q355B钢材。当有依据时，可采用其他材料。

4.3.2 支承材料用碳素结构钢和低合金高强度结构钢时应采取有效的防腐处理。

【条文说明】采用热浸镀锌防腐处理时，锌膜厚度应符合国家现行标准《金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层 技术要求及试验方法》GB/T 13912的规定。

采用防腐涂料时，涂层厚度应满足防腐设计要求，且应完全覆盖钢材表面和无端部封板的闭口型材的内侧，闭口型材宜进行端部封口处理。采用氟碳漆喷涂或聚氨酯漆喷涂时，涂膜的厚度不宜小于35 μm，在空气污染严重及海滨地区，涂膜厚度不宜小于45 μm。

镀层钢板的涂层可采用镀锌涂层、镀铝锌涂层、镀铝锌镁涂层。沿海地区采用镀层钢板时，表面镀锌层重量（双面）不应小于275g/m²，表面镀铝锌层重量（双面）不应小于150g/m²。表面镀铝锌镁层质量分数及镀层重量应满足相关国家及行业标准的要求。

4.3.3 檩条材料可采用冷弯薄壁型钢、热轧型钢、高频焊接H型钢。采用直卷边槽形和斜卷边Z形冷弯薄壁型钢应符合《通用冷弯开口型钢尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 6723的要求。采用高频焊接H型钢应符合《结构用高频焊接薄壁H型钢》JG/T 137的要求。

4.3.4 压型钢板材料不应采用电镀锌钢板或无任何镀层与涂层的钢板（带），应符合国家现行标准《建筑用压型钢板》GB/T 12755的规定。

4.3.5 支承焊接不锈钢屋面板的支承材料除了钢板外，也可采用强度满足要求的耐火材料，并应依据该材料特性，通过计算确定其厚度及构造连接方式。

4.4 保温隔热材料

4.4.1 不锈钢焊接屋面的保温隔热材料宜采用燃烧性能等级为A级的玻璃棉、岩棉和泡沫玻璃。

【条文说明】若玻璃棉、岩棉制品采用防潮贴面，贴面性能应符合国家现行标准的规定，防潮贴面与保温隔热材料复合后的燃烧性能应达到A级不燃且具有隔绝水汽的能力。

4.4.2 保温隔热材料应具备憎水性或不易受潮、吸湿的特性。且在受潮或进水后不对屋面系统内其他构件产生腐蚀。

4.4.3 玻璃棉制品应符合国家现行标准《建筑绝热用玻璃棉制品》GB/T 17795的规定，表观密度不宜小于16 kg/m³，且甲醛释放量不大于0.02mg/m³。

4.4.4 岩棉制品应符合国家现行标准《建筑用岩棉绝热制品》GB/T 19686 的规定，水溶性氯化物的含量不应大于0.010%，测试方法参照《建筑用岩棉矿渣棉绝热制品》GB/T 19686附录A的规定。

4.5.4 泡沫玻璃应选用国家现行标准《泡沫玻璃绝热制品》JC/T 647中 I 型材料。

4.5 连接件及紧固件

4.5.1 焊接不锈钢屋面系统构件连接应根据使用部位、受力情况、连接构造、防腐需求合理选用相应的连接件和紧固件。

4.5.2 固定支座及紧固件的技术参数性能应满足设计使用年限和安全标准的要求。

4.5.3 钢质连接件的表面应进行防腐处理，其使用年限不应小于被固定金属构件的使用年限。

4.5.4 固定支座的材质应为不锈钢，材质宜为06Cr19Ni10（304）、022Cr19Ni10（304L）不锈钢或12Cr17Ni7（301）。

4.5.5 檩条连接用螺栓可采用碳钢或不锈钢材质，螺栓性能等级不应低于4.8 级，并应符合国家现行标准《紧固件机械性能》GB/T 3098的有关规定。

4.5.6 用于钢构件连接的自攻自钻螺钉应采用碳钢高防腐涂层钻尾螺钉或不锈钢螺钉。碳钢螺钉机械性能应符合GB/T3098.11标准。

【条文说明】采用电镀工艺为底涂的碳钢涂层自钻螺钉须在电镀后一至三小时200℃内烘培4小时去氢，并按GB/T 3098.17进行试验检查，以防止螺钉因氢脆反应而断裂。

4.5.7 固定支座的固定应选择300系不锈钢复合螺钉或410不锈钢自攻自钻钉。300系不锈钢螺钉须采用冷作强化工艺，碳含量小于0.08%，生产工艺应符合《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T3098.6标准。机械性能应符合《紧固件机械性能 不锈钢紧定螺钉》GB/T 3098.16标准。

【条文说明】屋面支承层之间、固定支座的固定等构造连接，除自攻螺钉外，也可采用不锈钢封闭型沉头抽芯铆钉，性能符合《封闭型沉头抽芯铆钉》GB12616 .1的标准。

4.5.8 碳钢高防腐涂层螺钉和 300 系奥氏体不锈钢复合螺钉防腐能力均须达到或超过盐雾测试通过1500 小时以上，测试方法符合《人造气氛腐蚀试验 盐雾试验》GB/T 10125 的规定。酸雨测试通过25 个循环以上，测试方法符合《金属和其他无机覆盖层 通常凝露条件下的二氧化硫腐蚀试验》GB/T 9789 的规定。满足《金属基体上金属和其他无机覆盖层经腐蚀试验后的试样和试件的评级》GB/T 6461 规定的不低于 RA4 的评级标准。

4.6 其他材料

4.6.1 焊接不锈钢屋面系统所需的材料包括防水材料、隔汽材料、天沟及泛水、缓冲材料等。

【条文说明】焊接不锈钢屋面工程在建设过程中因工序配合原因，在连续焊接没有完成，防水系统没有封闭之前，部分构造层处于暴露状态。在一些潮湿、雨水大且频繁地区，这种情况会影响屋面的防腐、保温等功能，在没有有效措施保证的情况下，宜在面板下设置一道施工迅速、便捷的防水层。该道防水层宜采用自粘聚合物改性沥青防水卷材，性能须满足《坡屋面用防水材料 自粘聚合物改性沥青防水垫层》JC/T 1068及表2的要求。考虑施工安全需要，自粘性防水卷材表面应有防滑功能。

表2 焊接不锈钢屋面系统用自粘防水卷材的性能指标

项目		指标要求	测试方法
拉力		满足GB23441《自粘聚合物改性沥青防水卷材》要求	GB/T 328.26-2007
断裂延伸率			方法A
低温柔度，-20℃		无裂纹	JC/T 1068-2008《坡屋面
耐热度（两项同时满足）	不低于80℃，24h	无流淌或滑动≤2mm	用防水材料 自粘聚合物改性沥青防水垫层》
	不低于90℃，6h	无流淌或滑动≤2mm	
剥离强度	卷材与金属板	≥1.5N/mm	
	卷材与卷材	≥1.2N/mm	
紫外线处理		无起皱和裂纹， 剥离强度≥1.0N/mm	
钉杆撕裂强度		≥70N	
钉杆水密性		无渗水	
粘接力		≥20min	
热老化 70℃，168h	拉力保持率	≥90%	
	断裂延伸率保持率	≥80%	
	低温柔度，-18℃	无裂纹	
热稳定性	外观	无起鼓、褶皱、滑动、流淌	GB23441-2009《自粘聚
	尺寸变化	≤1.5%	合物改性沥青防水卷材》

4.6.2隔汽层材料可采用聚乙烯膜、聚丙烯膜、复合聚丙烯膜、防水卷材等，隔汽材料水蒸汽透过量不应大于25g/(m² 24h)。

【条文说明】隔汽层的厚度可参照表3进行选择

表3 隔汽层的厚度要求

种类	聚乙烯膜、聚丙烯膜	复合聚丙烯膜	防水卷材
最小厚度（mm）	0.3	0.18	1.2

4.6.3 泛水构件应采用与屋面板材质相同不锈钢材料，其厚度不应低于屋面板厚度。

4.6.4 当天沟采用不锈钢板时，材质应符合本标准第4.2.1条的规定，天沟板材厚度应根据天沟形式进行计算确定。

4.6.5 缓冲材料根据工程情况可采用橡胶泡棉。橡胶泡棉的表观密度为 64Kg/m^3 ，产品性能应满足《柔性泡沫橡塑绝热制品》GB/T 17794的要求。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 焊接不锈钢屋面系统设计宜包括：构造层次设计、支承结构设计、不锈钢面层抗风揭设计、排水设计、保温隔热设计、防火设计、防雷设计、隔声和吸声设计、维护设施设计、细部构造设计等。

5.1.2 焊接不锈钢屋面系统的防火、热工、防雷、防排水、隔声、吸声、安全等性能，应符合国家现行有关标准的规定。

5.1.3 焊接不锈钢屋面系统的构造设计应满足屋面的抗风性能要求。

【条文说明】焊接不锈钢屋面系统一般具有较强的抗风能力，屋面板本身是薄板体系，可不进行单独计算，设计用连接构造来保障屋面的抗风安全。系统中的檩条、支座、主要连接件等构件需经过准确的计算。焊接不锈钢屋面系统的抗风能力宜采用抗风揭试验的方式来验证。

有下列情况之一，金属屋面系统应按本标准附录 B 的要求，在正式施工前，进行静态抗风揭试验检测，检测结果满足设计要求：

- 1 建筑结构安全等级为一级的金属屋面；
- 2 防水等级 II 级的大型公共建（构）筑物金属屋面；
- 3 采用新材料、新板型或新构造的金属屋面；
- 4 设计文件提出检测要求的金属屋面。

对于基本风压较大（基本风压 $\omega_0 \geq 0.5 \text{KN/m}^2$ ）、沿海台风多发等风环境复杂的地区，除静态抗风揭试验检测外，还需进行动态抗风揭试验检测，试验方法见本标准附录 B。对于基本风压较小地区，若相同屋面构造系统已经有工程案例通过试验验证，且试验结果满足本工程设计要求的，可以参照采用。但当设计认为有必要进行补充试验时，抗风揭试验检测需正常进行。

5.1.4 当焊接不锈钢屋面面板长度在 35m 以上时，面板材料宜采用铁素体不锈钢。

5.1.5 固定支座与屋面板焊接在一起的固定片厚度不宜超过 0.2mm 厚。固定支座与下部结构的连接设计应保证固定片的强度、刚度和连接的可靠度。滑动支座应进行必要的连接强度分析及试验验证。

【条文说明】连续焊接屋面系统的固定支座与屋面板板肋通过焊接方式固定在一起，从而实现连接、抗风、水密和气密等功能。由于固定的厚度，有固定支座板肋位置的电阻值较仅相邻屋面板板肋位置会偏大，固定支座连接片越厚，电阻值偏差就越大。当进行连续焊接施工时，电阻的突变会导致焊接热能突然放大与减少。为保证连续焊接在固定支座处的焊接质量，防止出现由于焊接热

量过大导致的焊接击穿，或者焊接热量不足导致的焊接不严，所以要求固定支座与屋面板连接片厚度不宜超过 0.2mm。同时，0.2mm 厚的 L 型不锈钢支座较薄，为了使其很好通过螺钉或其它连接方式与下部构造连接，应在固定支座长度和底座连接方式上进行相应的设计，如采用底座加强加厚、固定座长度加长等措施，以提高固定座的抗拔力。当采用滑动固定座时，应根据气候条件、材料特性、板长等条件验算屋面板伸缩长度，以确定固定座可滑动范围，并确保滑动固定支座连接处的强度满足设计要求。

5.1.6 焊接不锈钢屋面系统在设计时，应考虑使用过程中必要的维护措施。

5.2 建筑设计

5.2.1 焊接不锈钢屋面系统应按建筑设计要求，根据当地气候条件、使用性质、重要程度、区域环境、使用功能、屋面造型以及施工技术，合理选用不锈钢面板材料、板型及其他构造材料。材料的品种、规格和性能应符合国家现行有关材料标准的规定。

【条文说明】由于焊接不锈钢屋面系统的优良防水性能，即使水漫过焊缝或板肋也能满足屋面的水密性能要求，因此焊接不锈钢屋面系统适用于坡度较小的屋面。但为满足屋面的排水要求，屋面需具有一定坡度，焊接不锈钢屋面排水坡度建议不宜小于 2%。

5.2.2 焊接不锈钢屋面系统从下往上可根据工程实际情况设置支承檩条、压型钢板、吸声层、隔汽材料、保温隔热层、连接件、支承构造、固定支座、隔声降噪层、焊接不锈钢面板等。经合理化设计，也可采用不同的构造体系。

【条文说明】焊接不锈钢屋面板上部可根据建筑需求，加设其他附加层，但须单独进行设计、分析和计算，以确保该附加层的安全性能。

5.2.3 焊接不锈钢屋面面板表面处理应按建筑设计要求，并符合项目当地的相关管理规定。宜选用哑光或低反射肌理表面，高反射表面的选择应进行光污染的分析评估。

5.2.4 焊接不锈钢屋面板的板型宽度应根据建筑效果、板材规格、建筑造型、屋面荷载等因素综合确定。板型宽度宜在 200mm~500mm 之间。

5.2.5 与焊接不锈钢屋面接触的屋面构件，包括烟囱、通风孔、天沟、设备基础等，宜采用同类不锈钢材料制作。屋面构件的安装紧固件应采用不锈钢紧固件。

【条文说明】由于功能需求，经常需要在屋面开孔、设置天沟、安装夹具等，这些与不锈钢屋面板直接接触的构件或设备若采用耐腐蚀能力较差的材料，会对不锈钢屋面产生污染，在局部影响不锈钢屋面的使用功能及耐久性能，因此要求在焊接不锈钢屋面上设置的这些设备和构件应该采用防腐性能好的不锈钢材料。

5.2.6 焊接不锈钢屋面工程的维护设施应与屋面系统统一设计和施工。

5.2.7 屋面板与天沟、采光顶等建筑部件交接时应采取有效的防水构造措施。

5.3 结构设计

5.3.1 焊接不锈钢屋面系统应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。

5.3.2 当屋面按承载能力极限状态设计时，应根据国家现行标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的规定采用荷载效应的基本组合计算，并符合下式要求：

$$\gamma_0 S \leq R \quad (5.3.3)$$

式中：S——作用效应组合的设计值

R——构件承载力设计值

γ_0 ——结构构件重要性系数，可取 1.0。

5.3.3 屋面系统结构设计需考虑抗震计算，并采取适宜的构造措施。作用于水平方向的水平地震作用标准值可按下式计算：

$$P_{EX} = \beta_E \alpha_{max} G_k \quad (5.3.4)$$

式中： P_{EX} ——水平地震作用标准值（kN）；

β_E ——地震作用动力放大系数，可取不小于 5.0；

α_{max} ——水平地震影响系数最大值，按表 5.3.4 采用；

G_k ——屋面构件的重力荷载标准值（kN）。

表 5.3.4 水平地震影响系数最大值 α_{max}

抗震设防烈度	6 度	7 度	8 度	9 度
α_{max}	0.04	0.08 (0.12)	0.16 (0.24)	0.32

5.3.4 计算竖向地震作用时，地震影响系数最大值可按水平地震作用的 65%采用。

【条文说明】根据《建筑抗震设计规范》GB50011 的规定，抗震设防烈度 8 度、9 度时的大跨度和长悬臂结构及 9 度时的高层建筑，应计算竖向地震作用。

5.3.5 支承结构构件以及连接件、紧固件所承受的地震作用，应包括依附于其上的构件所传递的地震作用和其结构自重产生的地震作用。

5.3.6 屋面结构自重、活荷载、施工或检修集中荷载、屋面雪荷载、积灰荷载、风荷载等应按国家现行标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的规定采用。

5.3.7 当屋面体型复杂时，宜按风洞试验结果确定风荷载数据。

5.3.8 对于基本风压较大、沿海台风多发地区的重要建筑，宜采用 100 年重现期的基本风压。

5.3.9 温度作用效应的基本气温 $T_{\max}$ 和 $T_{\min}$ 可按国家现行标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的有关规定采用。

5.3.10 焊接不锈钢屋面系统在正常使用极限状态下，屋面支承构件、支承面板的压型钢底板的最大相对挠度不大于其跨度的 1/200。

5.3.11 屋面支承檩条可采用冷弯薄壁型钢、轧制或焊接钢型材。钢型材构件的截面形式和板材类型，应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定。

5.3.12 构件截面中受压板件的最大宽厚比、构件的计算长度和容许长细比、圆管截面构件的外径与壁厚之比、方管或矩形截面构件的最大外缘尺寸与壁厚之比，应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定。

5.3.13 用于檩条的冷弯薄壁型钢，壁厚不宜小于 1.5mm。

5.3.14 支承屋面板的压型钢板计算应按《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018 计算。应采用不小于 0.75mm 厚的镀锌钢板、镀铝锌或镀铝锌镁钢板辊压成型。

5.3.15 用于连接固定支座、压型钢板、支承结构构件的自攻螺钉应满足结构承载力要求，按《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018 的有关规定进行计算。必要时，通过拉拔试验进行验证，试验值不应小于抗拉设计承载力的 2 倍。

5.3.16 固定支座的计算应考虑风荷载和温度作用的影响。

5.3.17 当固定支座为不滑动支座时，支座及屋面板应能抵抗温度作用；当为滑动支座时，应能有效的释放温度变形且对屋面板不产生附加应力。

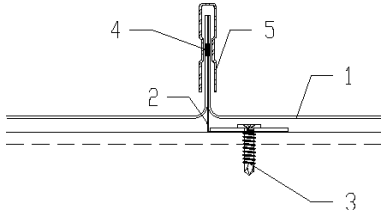
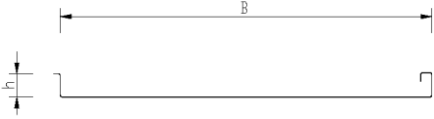
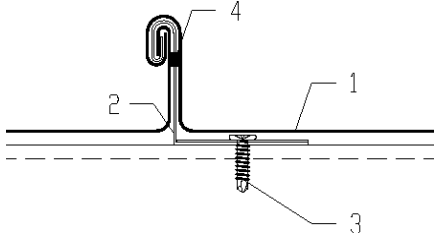
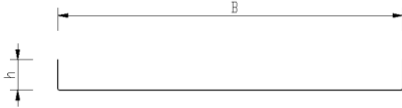
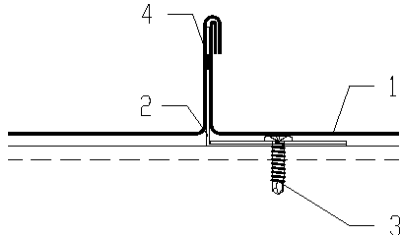
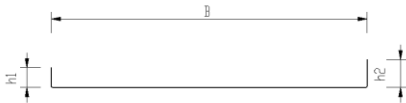
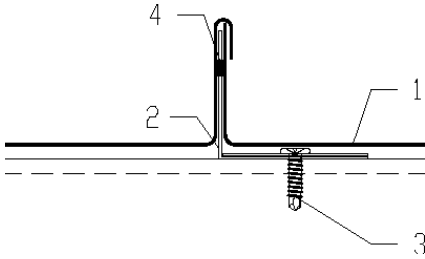
5.4 细部构造设计

5.4.1 焊接不锈钢屋面系统应进行细部构造设计，应满足屋面系统使用功能、构造变形、施工环境条件和施工工艺的可操作性等要求。

5.4.2 细部设计宜包括下列内容：屋面系统构造、屋脊、采光带（窗）、天（檐）沟、高低跨处理、屋面板收口、不同排水方向板的交接、变形缝、集水箱、排烟（气）窗（帽）、屋面检修走道及维护时所需的安全设施、出屋面设备管道洞口、防雷设施、防坠落设施、挡雪设施及其他附加设施等构造的做法。

5.4.3 焊接不锈钢屋面板的常用板型及构造如表5.4.3所示。

表5.4.3 焊接不锈钢屋面板常用板型及构造

类型	板型	连接构造示意
盖帽板型		
锁边板型		
卷边板型		
		
说明：B -- 板宽；h -- 肋高； 1 -- 屋面板；2 -- 固定支座；3 -- 螺钉；4 -- 连续焊缝；5 -- 盖帽。		

5.4.4 不锈钢屋面板下方不应有明显凸起的钉头直接接触屋面板内侧。

5.4.5 焊接不锈钢屋面的天（檐）沟可采用与屋面系统一致的构造，并通过无缝焊接的方式实现天沟与屋面的连接。

5.4.6 固定支座的固定螺钉连接不应少于2颗。

5.4.7 不锈钢屋面在主体结构的变形缝处宜断开，并设置适应主体结构变形要求的交接构造。

5.4.8 固定支座的尺寸、规格和排布间距，应结合支座连接螺钉的受力情况、固定支座本身承载能力等确定。固定支座沿板面长度方向排布间距不宜大于 500mm。

5.4.9 固定支座宜固定在压型钢板上，也可固定在平钢板上。在满足结构安全的情况下，可根据工程实际情况，固定在其他连接构件上。

5.4.10 焊接不锈钢屋面板的板端、檐口、屋脊等部位须设置约束固定支座。约束固定支座宜设置于距板端 100mm~150mm 处，固定支座的长度不小于 240mm。焊接不锈钢屋面系统采用不滑动支座时，屋面板长度大于 30m，应设约束固定支座，约束固定支座间距不大于 30m。焊接不锈钢屋面系统采用滑动支座时，滑动支座的系统应正确设置固定端。

5.4.11 边角区 5 米宽范围内，固定支座宜加密布置，布置间距不得大于 300mm。

5.4.12 凸出屋面的泛水板上部和下部翻边需设置固定支座，固定支座间距不得大于 300mm。

5.5 性能检测

5.5.1 焊接不锈钢屋面系统宜进行相关性能试验及检测，包括材料性能、抗风揭性能、水密性能、气密性能及连接强度性能等。

5.5.2 焊接不锈钢屋面系统水密性能检测和气密性能的检测可按国家现行标准《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227 的规定进行。

【条文说明】《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227 中规定了两种试验方法：稳定加压法、波动加压法。当工程所在地为热带风暴或台风地区的工程检测，应采用波动加压法。定级检测和工程所在地为非热带风暴和台风地区的工程检测，可采用稳定加压法。已进行波动加压法检测，可不再进行稳定加压法检测。如果屋面系统上部有穿透部件或可开启部分，气密性能检测试件必须包含相关节点构造，检测 100pa 压力差作用下可开启部分单位缝长空气渗透量和整体屋面系统试件（含可开启部分）单位面积空气渗透量。

5.5.3 焊接不锈钢屋面系统抗风揭性能检测可按本标准附录 B 的规定进行。

【条文说明】对于新建工程检测数量应符合设计要求。当设计无规定时，同类型系统应至少测试 1 个试件。基本风压较大、沿海台风多发地区应先进行抗风动态性能检测，若试验件未发生破坏，还应进行抗风静态极限承载力检测。也可依据设计要求对屋面系统结构构件进行应力、应变及变形的测量。

5.5.4 焊接不锈钢屋面系统的综合性能也按本标准附录 C 的规定进行。

5.5.5 焊接不锈钢屋面板固定支座、螺钉紧固件等抗拉拔力试验和螺钉紧固件抗拔脱力试验可参照附录 D 规定进行。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 焊接不锈钢屋面系统在加工制作及安装前,应按设计施工图要求对已建主体结构进行复测,在实测结果满足相关验收规范的前提下,对焊接不锈钢屋面系统的设计进行必要的调整。并在主体结构验收合格后,方可进行安装施工。

6.1.2 钢构件加工应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定。钢构件表面处理应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

6.1.3 钢构件焊接、螺栓连接应符合国家现行标准《钢结构设计规范》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 及《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 的有关规定。

6.1.4 焊接不锈钢屋面系统的安装施工应有专项施工方案,确定施工工序、质量标准及要求、施工工艺、安全措施等关键控制环节。

6.1.5 焊接不锈钢屋面系统的施工测量放线宜与主体结构测量相协调,及时调整、分配和消化测量偏差,偏差不得累积。应定期对安装定位基准进行校核。测量应在风力不大于 4 级时进行。

6.1.6 正式施工前,应对焊接不锈钢屋面系统所用专业焊接设备进行检查,同时检查焊接不锈钢屋面专业施工工具准备情况。

6.1.7 施工前应检查原材料产品质量证明、性能检测报告、构配件出厂合格证等;采用的原材料应进行进场验收,应按本标准及相关国家规范的规定,在监理工程师见证下取样、送样,进行复检。

6.1.8 应按国家和行业相关规范标准及工艺要求进行质量控制,在每道工序完成后应进行检查,前后工序之间应进行交接检验,并应有完整的记录。

6.1.9 屋面半成品、成品应及时进行保护,在构件存放、搬运、吊装时不得碰撞、损坏和污染构件。

6.1.10 严禁在雨、雪天进行吸声材料和绝热材料的安装。安装完成的吸声材料和绝热材料应有可靠的避免雨、雪侵蚀的防护措施。吸声材料和绝热材料应干燥,受潮材料不得使用。

6.2 加工制作与运输贮存

6.2.1 焊接不锈钢屋面系统所用不锈钢原材料钢卷,应有密实可靠的外包装,在压型加工前应保证不锈钢板无污染、锈迹、污迹及变形损坏。

6.2.2 压型不锈钢板的压型加工宜减少垂直运输及水平运输距离。如果条件允许,宜将加工场地设置在施工位置附近或搭设加工平台。

6.2.3 压型不锈钢板加工允许偏差应符合表 6.2.3 的要求：

表 6.2.3 压型不锈钢板加工允许误差

项目	允许偏差（mm）	检测要求
板宽	±1	钢尺、每 10 片板检测一次。
肋高	±0.5	游标卡尺
长度	+9.00/-0.00	钢尺测量
镰刀弯	1	测量标距为 1m
平整度	无明显凹凸不平、褶皱	目测
裂痕、划痕	无裂痕，无明显划痕	目测

6.2.3 焊接不锈钢屋面系统用固定支座的材质、规格尺寸、表面质量等应符合国家现行产品标准和设计要求。固定支座长度误差允许值为±1mm，高度误差允许值为±0.5mm。

6.2.4 焊接不锈钢屋面系统构造中所采用的压型钢板、平钢板等材料，其加工精度应满足设计要求及相应技术标准的要求。

6.2.5 焊接不锈钢屋面板及其配件加工成型、运输和保存过程中，不能有污染、污迹、变形及损坏。

6.2.6 不锈钢屋面泛水板加工允许偏差应符合表 6.2.6 的要求：

表 6.2.6 不锈钢屋面泛水板加工允许偏差

项目	允许偏差（mm）	检测要求
板厚	±0.035	用测厚仪，测三个点取平均值
板宽	±1	钢尺
折角	±2°	角尺或其它测角工具
平整度	无明显凹凸不平	目测
表面污染、滑痕	无	目测，如发现表面滑痕或者污染，切下不用

6.2.7 压型不锈钢板压型加工后应尽快铺设，不宜预先大批量加工待用。

6.2.8 压型不锈钢板铺设完成后宜在 2 天内完成焊接工作。

6.3 系统下部构造层的安装

6.3.1 焊接不锈钢屋面系统中的支承檩条、隔汽材料、保温隔热层、面板支承层、构造连接件等的安装应满足相关国家、行业标准和设计要求。

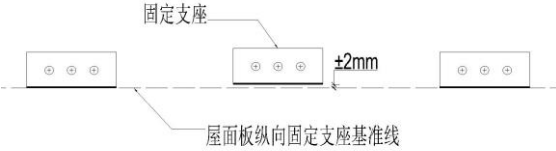
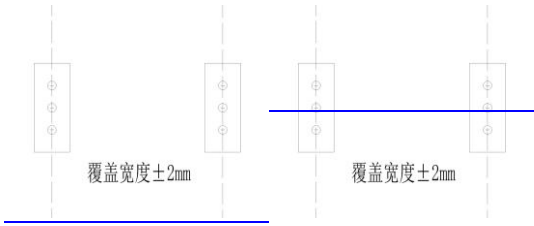
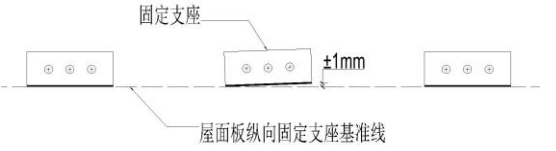
6.3.2 压型不锈钢板下部支承层应选用平头螺钉固定，如采用铆钉固定时，应检查铆钉尾部是否留有尖锐钉芯。须及时清理板面残留的铁屑等杂物。

6.3.3 固定支座安装前应进行放线，经检查验收合格后，方可安装固定支座。

6.3.4 固定支座的安装螺钉松紧程度应适当。同一位置反复打入固定支座螺钉的次数不得超过 2 次，如超过应重新调整固定支座位置。

6.3.5 固定支座安装精度及检查方法应符合表 6.3.5 的要求

表 6.3.5 固定支座安装精度及检查方法

序号	项目	要求及允许偏差	图示	检查方法	检查数量
1	沿板长方向，相邻支座横向偏差	$\pm 2.0\text{mm}$		用拉线或钢尺检查	按固定支座件数抽查 5%，且不得少于 10 处
2	沿板宽方向，相邻固定支座横向间距偏差	$\pm 2.0\text{mm}$		用拉线或钢尺检查	
3	固定支座偏转	$\pm 1.0\text{mm}$		用拉线或钢尺检查	
4	相邻固定支座间距	$\pm 10.0\text{mm}$		用拉线或钢尺检查	

6.3.6 防水卷材和隔声降噪措施的安装前应对下部构造全面清洁，并应符合《屋面工程技术规范》GB50345 的有关规定。

6.4 面板安装与焊接

6.4.1 焊接不锈钢屋面的焊接设备包括自动缝焊机、手持节点焊机及点焊机等。

6.4.2 焊接不锈钢屋面应将所有屋面板板肋焊接在一起形成连续完整的焊缝。自动缝焊机无法焊接的区域，应使用手持节点焊机或点焊机进行焊接。部分节点位置可以使用氩弧焊机进行补焊。

6.4.3 正式焊接前应对焊接设备进行检查，确保焊机参数准确，工作正常。

6.4.4 每次设备开机进行焊接前，须进行试焊，并对焊接试件进行剪开和撕裂检查，以确定焊接参数调试准确。合格的焊缝应颜色均匀且稳定，焊缝没有断点或焊穿点，剪开焊缝检查焊缝完全熔透，撕裂试验中不锈钢板的母材应先于焊缝破坏。

6.4.5 正式焊接前，应再次对铺设好的屋面板进行检查，保证屋面板表面清洁，没有油污及污迹，如发现板肋焊接处有任何油污或污迹、灰尘较多，应使用清洁工具清理干净再焊接，清理油污时应采用中性清洁剂。下雨或有雪的天气禁止焊接工作。

6.4.6 铺设不锈钢屋面板后，应立即用点焊机将屋面板板肋与固定支座焊接在一起，点焊位置应位于连续焊缝上部。

6.4.7 不锈钢屋面板焊接完成后应及时对发现并标记的焊接瑕疵或断点进行修补。

6.4.8 不锈钢屋面板焊接完成后，应避免在屋面板上放置重物或任意踩踏。若在不锈钢屋面上进行安装天窗等作业，应对已完工屋面采取保护措施。严禁在铺设、完工的不锈钢屋面板上或附近进行钢构件焊接或切割工作。

6.4.9 在不锈钢屋面板板肋上安装盖帽、夹具等配件时，受力位置应位于焊缝上部。

6.4.10 采用锁边或卷板工艺的焊接不锈钢屋面板在焊接完成后，应及时采用专业卷边设备进行锁边或卷边施工。

6.5 细部焊接构造处理

6.5.1 不锈钢屋面板不同角度交汇处、天窗等开洞口附近，需要弯曲、锤打屋面板肋倒伏时，应注意要控制锤击力度，施工中不得将板面或板肋敲出裂纹。

6.5.2 在屋脊、洞口等需要板肋弯起交汇处由于同时焊接多层不锈钢板，易发生焊接断点，应采用氩弧焊等措施来对此处焊接进行补强。

6.5.3 檐口处弯折屋面板时应设置加强垫板，并将板肋拍倒与屋面板贴合。弯折后应紧密夹紧下部不锈钢泛水。

6.5.4 双坡屋脊处的焊接应将板端向上折起，互相贴合，尽量避免两边的板肋交于一点。如果两边的板肋不可避免交汇在一点时，应将板肋分别向不同的方向拍倒折弯。

6.5.5 当天沟采用与焊接不锈钢屋面系统相同的材料及做法时，其构造及焊接要求应与屋面作法一致，同时天沟应与檐口位置不锈钢屋面板连续焊接。

【条文说明】当天沟板材厚度小于 1.0mm 时可采用连续电阻焊焊接方式连接。当天沟板材厚度大于等于 1.0mm 时应采用氩弧焊焊接工艺连接。

7 质量验收

7.1 一般规定

7.1.1 焊接不锈钢屋面系统工程施工质量验收时，应根据工程实际情况，部分或全部检查下列文件和记录：

- 1 包括焊接不锈钢屋面工程的竣工图或专项设计图、结构计算书、设计变更文件、设计说明及其他相关设计文件；
- 2 焊接不锈钢屋面工程所用材料、紧固件及其他附件的产品合格证书、性能检测报告、进场验收记录和复检报告；
- 3 焊接不锈钢屋面系统抗风揭性能检测报告；
- 4 隐蔽工程验收文件
- 5 固定支座抗拔检测记录；
- 6 屋面以及节点部位的雨后或淋水试验记录；
- 7 检验批质量验收记录；
- 8 试焊及施工时焊机工艺参数记录；
- 9 其他必要的文件和记录。

7.1.2 焊接不锈钢屋面系统工程施工质量控制应符合下列规定：

- 1 采用的原材料及成品应进行进场验收。凡涉及安全、功能的原材料及成品应按本标准及国家现行标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 进行复验，并应经见证取样、送样；
- 2 各工序应按施工技术标准进行质量控制，每道工序完成后应进行检查；
- 3 相关各专业工种之间，应进行交接检验，并应经检查验收合格。

7.1.3 焊接不锈钢屋面系统工程应对下列材料进行复检：

- 1 不锈钢面板、固定支座的抗拉强度；
- 2 防火、保温材料的燃烧性能；
- 3 防水材料粘接强度；

7.1.4 焊接不锈钢屋面工程应对下列隐蔽工程项目质量进行验收：

- 1 檩条等构件与主体结构的连接节点；
- 2 压型钢板、支承构件的连接节点；

- 3 防水垫层、保温材料的安装节点;
- 4 面板支座与下部结构的连接节点;
- 5 屋面系统伸缩缝、变形缝、沉降缝及高低跨节点构造;
- 6 屋面突出物、通风采光天窗节点;
- 7 屋面防雷设施连接节点。

7.1.5 焊接不锈钢屋面系统分项工程的检验批划分应符合下列规定:

- 1 系统可按变形缝、施工段或屋面、墙面等划分为一个或若干个检验批。相同设计、材料、工艺和施工条件的屋面系统工程应以 1000m^2 的面积为—个检验批,不足 1000m^2 的部分应为一个检验批。
- 2 同一单位工程的不连续的屋面系统工程应单独划分检验批。
- 3 对于异型或有特殊要求的屋面系统工程,检验批的划分应根据屋面系统的结构、工艺特点及屋面系统工程的规模确定。
- 4 检验批的划分,不应影响隐蔽项目验收工作的开展,可在安装施工的不同阶段划分不同大小的检验批并根据质量验收情况动态调整。

7.2 加工制作验收

7.2.1 压型不锈钢板的验收应符合下列规定:

I 主控项目

- 1 压型不锈钢板成型后,其基板不应有裂纹。

检查数量:按计件数抽查5%,且不少于10 件。

检验方法:目视检查或用10倍放大镜检查。

II 一般项目

- 2 压型不锈钢板加工尺寸及偏差应符合设计及排板的要求。压型不锈钢板加工尺寸允许偏差应符合《建筑用不锈钢压型板》GB/T 36145中表4的规定。

检查数量:按计件数抽查5%,且不少于10 件。

检验方法:尺量检查。

7.2.2 不锈钢屋面天沟、泛水板的验收应符合下列规定:

I 主控项目

- 1 不锈钢屋面天沟、泛水板压制成型后,不得有裂纹,无明显凹凸和褶皱。

检查数量:按计件数抽查5%,且不少于10 件。

检验方法：目视检查或用10倍放大镜检查。

II 一般项目

2 不锈钢屋面天沟分段拼接处，焊缝质量应符合焊接标准要求，焊缝应连续、饱满，不得有漏焊或裂纹。

检查数量：按对接焊缝条数抽查10%，且不少于3 条。

检验方法：用10 倍放大镜检查、焊缝量规、观测检查。

3 不锈钢屋面天沟分段加工尺寸允许偏差应符合表7.2.2-1的规定。

表7.2.2-1 不锈钢屋面天沟加工尺寸允许偏差

序号	项目	允许偏差值（mm）
1	分段长度	±3.0
2	截面宽度	±2.0
3	截面高度	±2.0
4	折弯面夹角	2°

检查数量：按计件数抽查5%，且不少于10 件。

检验方法：尺量检查。

4 泛水板加工尺寸允许偏差应符合表7.2.2-2 的规定。

表7.2.2-2 泛水板加工尺寸允许偏差

项目	长度（mm）	宽度（mm）	弯折面夹角（°）
允许偏差	+5.0，0	+2.0，0	2

检查数量：按计件数抽查5%，且不少于10 件。

检验方法：尺量检查。

7.2.3 支承结构构件的验收应符合下列规定：

I 主控项目

1 型材切割面不得因加工而变形，应无裂纹、毛刺和大于1mm的缺棱。

检查数量：按进场批次逐批检查。

检验方法：观察或用百分尺检查。

II 一般项目

2 切割面应打磨平整。切割的允许偏差应符合表7.2.3-1 的规定。

表7.2.3-1 型材切割允许偏差

序号	项目	允许偏差值（mm）
----	----	-----------

1	构件长度	± 3.0
2	切割平面度	$0.05t$ 且不大于2.0
3	割纹深度	0.3
4	局部缺口深度	1.0

注：t 为切割面厚度

检查数量：按切割面抽查 10%, 且不少于 3 个。

检验方法：观察、用钢尺检查。

3 矫正后的钢材表面，不应有明显的凹面或损伤，划痕深度不得大于0.5mm，且不应大于该钢材厚度负允许偏差的1/2。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

4 构件矫正后允许偏差应符合表7.2.3-2 的规定。

表7.2.3-2 钢构件矫正后允许偏差

序号	项目	允许偏差值 (mm)
1	角钢肢的垂直度	± 3.0
2	型钢翼缘对腹板的垂直度	$b/80$
3	型钢弯曲失高	$L/100$, 且不大于5.0

注：b 为翼缘宽度；L 为构件长度。

检查数量：每种规格抽查10 %,且不少于5 个。

检验方法：观察检查。

7.3 现场安装检查与验收

7.3.1 不锈钢屋面板安装验收

I 主控项目

1 不锈钢屋面板、泛水应牢固可靠，连接件数量、间距应符合设计要求和本标准的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和量尺检查。

2 焊机调试合格，试验焊件各项剥离试验合格，焊缝外观质量合格。

检查数量：全数检查。

检验方法：焊件破坏试验。

3 不锈钢屋面板焊线外观检查合格，无断点、漏焊、击穿。连续焊缝距离板面间距应保持一致。关键部位用专业工具锤击检测法、抽真空检测法等检测方法抽查焊缝质量。

检查数量：目测检查焊缝全数检查；专业工具锤击检测法每 100 米不少于 3 处，抽真空法每 1000 平方米不少于 1 次。

检验方法：目测；专业锤击；专业真空检测仪。

4 不锈钢屋面板 T 型连接处焊接外观检查合格，无断点、漏焊、击穿，用抽真空检测法抽查焊缝质量。

检查数量：外观全数检查，对焊接质量不能确定之处，采用抽真空检测。

检验方法：观察检查，抽真空检测法。

5 不锈钢屋面板排板方式、板宽、屋面形状尺寸满足设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，量尺检查。

6 不锈钢泛水搭接长度满足设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，量尺检查。

7 不锈钢屋面系统不得出现渗漏。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查和雨后或淋水检验。

7.3.2 固定支座验收

I 主控项目

1 固定支座的数量、间距、位置应符合设计要求，固定支座固定应牢固可靠。

检查数量：按件数抽查 5%，且不应少于 10 件。

检验方法：观察检查。

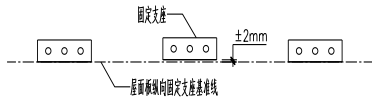
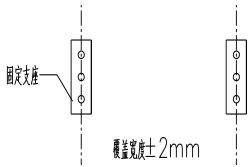
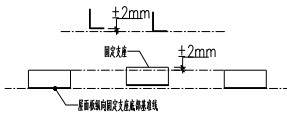
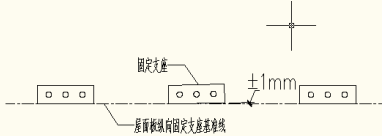
2 固定支座安装偏差应符合设计要求和表 7.3.2 的规定。

检查数量：按件数抽查 5%，且不应少于 10 件。

检验方法：观察检查及拉线、尺量。

表7.3.2固定支座安装允许偏差

序号	项目	要求及允许偏差	图示	检查方法	检查数量
1	固定支座固	固定支座安装紧		观察或用	按固定支

	定	贴底板无松动， 安装牢靠		钳子拉拔	座件数抽查 5%，且 不得少于 10 处
2	沿板长方向，相邻支座横向偏差	$\pm 2.0\text{mm}$		用拉线或 钢尺检查	
3	沿板宽方向，相邻固定支座横向间距偏差	$\pm 2.0\text{mm}$		用拉线或 钢尺检查	
4	相邻固定支座高度偏差	$\pm 2.0\text{mm}$		用拉线或 钢尺检查	
5	固定支座偏转	$\pm 1.0\text{mm}$		用拉线或 钢尺检查	
6	相邻固定支座间距	$\pm 10.0\text{mm}$		用拉线或 钢尺检查	

7.3.3 节点安装验收

I 主控项目

1 变形缝、屋脊、檐口、山墙、烟囱、天窗周边、出屋面构件、转角等部位的连接与构造应符合设计要求和本标准的要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和量尺检查。

2 变形缝、屋脊、檐口、山墙、烟囱、天窗周边、出屋面构件、转角等部位的连接应密封完整、连续，防水可靠。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查和雨后或淋水检验。

II 一般项目

1 变形缝、屋脊、檐口、山墙、烟囱、天窗周边、出屋面构件、转角等部位的连接应清洁干净，不应有施工残留物和污物。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

8 维护与维修

8.1 一般规定

8.1.1 焊接不锈钢屋面系统施工承包商应在竣工验收时向使用方提交使用说明书,并对使用方进行技术交底和培训,对使用中的注意事项进行详细说明。说明书一般包括下列内容:

- 1 焊接不锈钢屋面系统主要性能参数及设计使用年限;
- 2 使用注意事项;
- 3 环境条件变化对焊接不锈钢屋面系统工程的影响;
- 4 日常与定期的清洁、检查及维护要求;
- 5 特殊情况检查维修要求;
- 6 焊接不锈钢屋面系统的主要结构特点及易损零部件更换方法;

8.1.2 焊接不锈钢屋面系统使用方应在工程交付使用后,根据使用说明书的相关要求对焊接不锈钢屋面系统进行定期维护。

8.1.3 焊接不锈钢屋面系统的维护、检查及维修应在气候状况良好时进行。外表面的检查、清洁、维护和维修应符合国家现行及行业标准的规定。高空作业应符合《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80 的规定。紧急情况下的维修应在具有安全保障措施的情况下进行。

8.1.4 维修用紧固件、板材等应与原来使用的材料相同,当需替换时,应咨询原设计单位或专业工程师,经评估同意后由原施工方负责实施。如因某些原因,原设计方及施工方无法咨询或实施,可放弃优先权改为第三方执行。

8.2 维护

8.2.1 使用方应定期对焊接不锈钢屋面系统进行检查、维护和清理,并应做好相关记录。检查宜按表 8.2.1 的规定进行。

表8.2.1 焊接不锈钢屋面系统检查要求

项目	部位	检查内容	检查方法	检查频次
焊接不锈钢屋面	屋面(对屋顶烟道、通风口、行走通道附近的屋面板应加强检查)	金属板脱落、变形、渗漏	观察检查	大雪、8级以上风后
		表面锈蚀;板面鼓包、凹陷、裂纹或破损	观察检查	每12个月一次
		金属件、积灰、杂物、异物的堆积状况	观察检查	每6个月一次
	底面	金属板脱落、变形、渗漏	观察检查	大雪、8级以上风后

		表面锈蚀；涂层脱落；板面鼓包、凹陷、裂纹或破损	观察检查	每12个月一次
	固定支座及固定点部位	固定支座与板肋撕裂、脱离	观察检查	每6个月一次
泛水板	屋面、墙面边部及其他节点部位	泛水板变形、破损、脱落；排水、导水情况	观察检查	每6个月一次
天沟	檐沟或天沟	天沟积水、锈蚀状况；搭接位置变形下陷状况，焊缝完好状况；灰尘、杂物、异物的堆积状况；排水口堵塞状况	观察检查	每6个月一次，并在雷、暴雨、暴雪季节增加检查频次
维护设施、防冰雪设施、防雷设施	检修走道、防坠落设施、防冰雪设施、防雷设施	与压型不锈钢板的连接构造松动、变形、锈蚀；系统外观完好状况，变形、松动、损坏程度检查；灰尘、杂物、异物的堆积；系统运行情况检查测试	观察检查或按照使用说明	每6个月一次或按照使用说明，暴雪及结冰后增加频次

注：1 屋面节点部位包括：屋脊、檐口、山墙等端部，螺钉固定点，泛水连接部位，与天窗、排烟窗、通风管等交接及开洞等部位；

2 本条结合实际工程经验制订，对高湿度和高腐蚀使用环境条件下的焊接不锈钢屋面工程应按相关规范、标准增加检查内容和检查频次。

8.2.2 当清洗压型不锈钢板表面时，应根据使用说明书要求采用与不锈钢板相容的清洗剂和方式进行清洁，清洁后应采用水清洗。

8.3 维修

8.3.1 对于焊接不锈钢屋面出现的较小板面破损，可采用锡焊进行修补，施焊前应将破损处板面清洁并干燥，修补后应进行密封性检测。

8.3.2 对于焊接不锈钢屋面出现的较大板面破损，可采用同材质相同的不锈钢板按照缺口大小裁切后用氩弧焊进行修补，修补后应进行密封性检测。

8.3.3 对于焊接不锈钢屋面出现的更大范围的板面破损，可采用氩弧焊在破损局部加盖板块的修复方法，修补后应进行密封性检测。

8.3.4 对于使用方不能修复的严重损坏，使用方应及时进行专业修复。

8.3.5 焊接不锈钢屋面在遭遇地震、火灾、台风、冰雹等灾害后，影响正常使用时，应进行评估、鉴定及维修。

本标准用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”；
反面词采用“严禁”。
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”反面词采用“不应”或“不得”。
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”反面词采用“不宜”。
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的：采用“可”。
- 2 标准中指明应按其他有关标准执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

附录 A 引用标准名录

- 《建筑结构荷载规范》 GB50009
- 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 《钢结构设计规范》 GB 50017
- 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》 GB 50018
- 《工业建筑防腐蚀设计规范》 GB 50046
- 《建筑物防雷设计规范》 GB50057
- 《建筑结构可靠度设计统一标准》 GB 50068
- 《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205
- 《屋面工程质量验收规范》 GB 50207
- 《建筑工程施工质量统一验收标准》 GB 50300
- 《屋面工程技术规范》 GB 50345
- 《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》 GB 50601
- 《坡屋面工程技术规范》 GB 50693
- 《建筑金属围护系统工程技术标准》 JGJ/T 473
- 《压型金属板工程应用技术规范》 GB 50896
- 《建筑用不锈钢压型板》 GB/T36145
- 《不锈钢冷轧钢板和钢带》 GB/T 3280
- 《建筑屋面和幕墙用冷轧不锈钢板和钢带》 GB/T 34200
- 《建筑用绝热玻璃棉制品》 GB/T 17795
- 《建筑用岩棉矿渣棉绝热制品》 GB/T 19686
- 《绝热用岩棉矿渣棉及其制品》 GB/T 11835
- 《坡屋面用防水材料 自粘聚合物沥青防水垫层》 JC/T 1068
- 《自粘聚合物改性沥青防水卷材》 GB 23441
- 《金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法》 GB/T 228.1

附录 B 焊接不锈钢屋面系统抗风试验方法

B.1 一般规定

B.1.1 测试焊接不锈钢屋面系统的抗风试验应使用专用的屋面抗风揭试验装置进行。

B.1.2 本试验应采用完整的焊接不锈钢屋面系统进行试验。

【条文说明】完整的焊接不锈钢屋面系统应包括不锈钢压型屋面面板、支撑结构、固定支架、紧固件和防水、保温、隔音等功能结构层。

B.1.3 本试验方法应模拟屋面系统受向上负风荷载工况下屋面系统的整体稳定性，测试并评估整体屋面系统完各个组成构件的连接强度、整体稳定性。

【条文说明】静态风荷载工况下屋面系统的稳定性，测试并评估在保证屋面系统完整性下系统各个构件的极限强度；动态风荷载工况下屋面系统的稳定性，测试并评估在保证屋面系统完整性下系统各个构件的抗风压的安全、适用、耐久性能；测试样品尺寸应与试验装置尺寸吻合。

B.1.4 对于基本风压较大（基本风压 $\omega_0 \geq 0.5 \text{ kN/m}^2$ ）、沿海台风多发地区的焊接不锈钢屋面系统和设计要求进行动态风荷载检测的建筑金属屋面系统应采用动态抗风检测试验方法。

B.1.5 静态风压检测应以设计风压为基准， $P_t = 2.0 \omega_k$ （ ω_k 为设计风荷载标准值），动态风压检测应以设计风压为基准， $P_t = 1.6 \omega_k$ （ ω_k 为设计风荷载标准值）。

B.1.6 检测结果判定

1 合格：对于通过动态风压检测未产生失效的，且极限风荷载检测破坏值 $\geq 2.0 W_k$ ，则视为检测合格。

2 不合格：对于在动态风压检测产生失效的，或者极限风荷载检测破坏值 $< 2.0 W_k$ ，则视为检测不合格。

B.2 试验装置

B.2.1 试验装置应由测试压力箱体、风压提供装置、位移测量装置、压力测量装置和控制系组成，其性能应满足本附录测试风力模拟加载的要求。

B.2.2 测试压力箱体应由上部压力箱体、中部试件安装架和下部压力箱体三个独立单元组成，压力箱体应保证其具有足够的刚度，确保试验过程不影响试验结果。

B.2.3 试验压力箱体内部尺寸应不小于 $3.66 \text{ m} \times 7.32 \text{ m}$ 。

B.2.4 测试样品安装在上、下箱体的试件框中，并有相应的密封构造对其密封，风压提供装置应根据试验要求，能在规定时间保证压力箱体内达到检测的稳定压力差，可为上下箱体提供负风压力或正风压力。

B.2.5 试验设备应配备可波动加压装置，可满足试验静压或波动加压要求。

B.2.6 试验设备应配备高精度压力采集设备，可实时精确记录试验时压力箱体内部压力情况。

B.3 测试样品

B.3.1 检测试件应与实际工程安装的构造相符合，根据建筑屋面具有代表性的风荷载分区（风敏感区、非敏感区）分别取样送检。

B.3.2 试件规格、型号和材料等与生产厂家所提供图样一致并出具相应材质证书，试样送达检测单位需双方一同检查确认。

B.3.3 试件安装应符合设计要求，施工安装人员应严格根据工程施工技术要求施工，不得加设任何特殊附件或采取其他措施，试件的组装和安装时的受力状况应和实际工程使用情况相符。

B.3.4 试件的宽度应至少包括 3 张完整的屋面板，试件与试件安装架及压力箱体之间应安装牢固，并进行可靠的密封。

B.4 试验方法

B.4.1 静态抗风压检测

1 静态风压检测前应根据试验方案，进行设计风压计算，并确定检测荷载正压/负压分级压力应为 700pa/级。

2 荷载加载均由参考零位开始均匀的加载至（图 1 所示）的各级荷载分级，荷载加载速度约为 100Pa/s。当荷载加载至分级压力值后，压力保持时间为 60s，然后卸载至参考零位后，至下一级荷载加载之间的间隔时间为 60s。

3 重复上述 B.4.1.2 步骤，对试件逐级加载，试验全过程应注意观察试件状态，直至加载至试件出现失效情况，试验终止，并记录当时的荷载分级及荷载值。（如需测量位移应安装位移传感器测量）

4 打开箱体，观测试件破坏状态及相应的破坏位置，对观测结果做相应的记录。

5 试件失效状态判定：若检测过程中出现下列情况之一，即可判定试件失效；

- 1) 检测试件连接（搭接、咬合、锁合）破坏，板被撕裂或掀起，检测终止；
- 2) 检测试件产生永久变形且其超过板肋高度即为失效，检测终止；
- 3) 检测试件产生非设备原因的漏气且导致无法继续加压，检测终止

6 检测结果判定：

静态抗风承载力检测，以试件出现失效时，荷载分级的前一级风荷载值作为该试件的抗风极限承载力值。

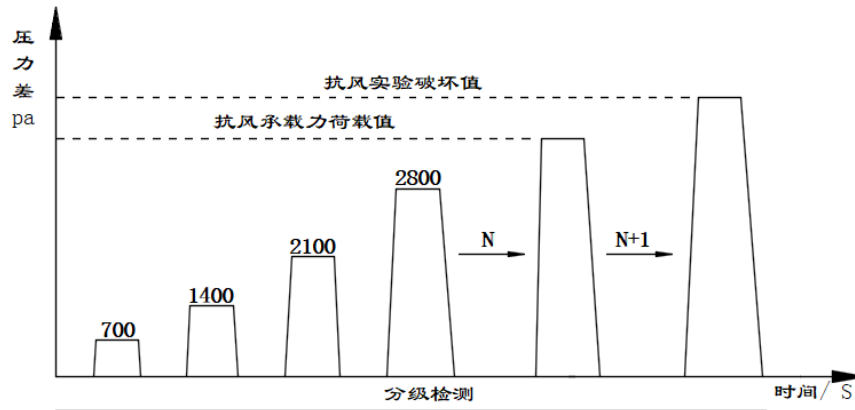


图 B-1 静态风压加载顺序

B.4.2 动态抗风压检测

- 1 动态加压包括压力上升、保持和下降，单次波动加载循环频率应不超过 3Hz（试验测试循环周期 $\leq 6s$ ），D 阶段单一次循环加载应保持至少 10 秒，观察并记录试件状态。
- 2 屋面系统动态测试应采用上压力箱体负压法加载，测试加载顺序如图 2 所示。
- 3 动态风压检测应以设计风压为基准， $P_t=1.6W_k$ （ W_k 为设计风荷载标准值）
- 4 按表 1 所示加载顺序进行动态负风压负检测及载入风压比值，从 A 阶段开始，按顺序完成各阶段检测。

加载顺序		
阶段	循环次数	测试压力
A	4500	$0\sim 0.45P_t$
B	600	$0\sim 0.6P_t$
C	80	$0\sim 0.8P_t$
D	1	$0\sim 1.0P_t$
E	80	$0\sim 0.6P_t$

F	600	0~0.8Pt
G	4500	0~0.45Pt

表 B-1 动态风压加载荷载表

5 动态风压检测在检测过程中应记录检测各阶段加载压力值、失效部位和试验时件状态；

6 试件完成 A-G 阶段程序共 10361 次循环加载，试验停止，检查试件及内部构件的状态，记录试验结果。若试件未失效，可应继续进行静态风压检测至其破坏失效为止，并记录试验结果。

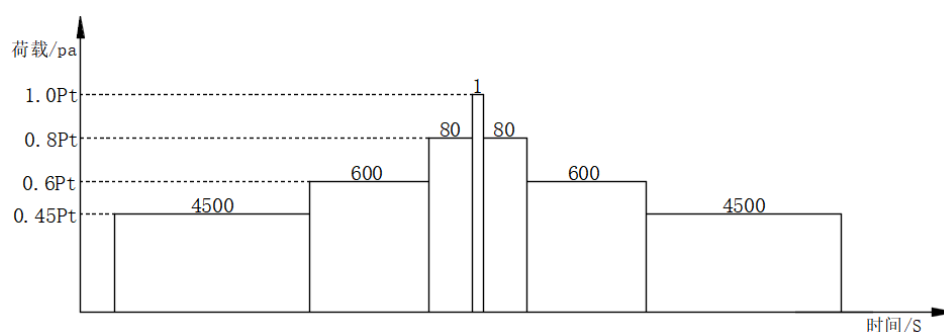


图 B-2 动态风压加载顺序示意图

7 试件失效状态判定：若检测过程中出现下列情况之一，即可判定试件失效

- A 检测试件连接（搭接、咬合、锁合）破坏，板被撕裂或掀起，检测终止；
- B 检测试件产生永久变形且其超过板肋高度即为失效，检测终止；
- C 检测试件产生非设备原因的漏气且导致无法继续加压，检测终止

8 检测结果判定

A 合格：试件通过动态风压 A-G 阶段 10361 次循环加载检测，试件未产生失效的，则视为检测合格，在检测报告中应标明测试最大风荷载 Pt 值。

B 不合格：对于在动态风压 A-G 阶段 10361 次循环加载检测过程出现失效的，则视为检测不合格。在检测报告中标明检测试件失效的阶段和压力值，应注明失效的加压次数并附上相应的失效部件图片。

B.5 检测报告

检测报告应包括下列内容：

- 1 工程名称、工程所在地、委托方名称、施工方名称；
- 2 试件名称、主要尺寸及图样（包括试件立面、剖面 and 主要节点，型材、支撑体系及主

要构建的尺寸)；

- 3 委托检测项目、检测指标、检测项目顺序；
- 4 试件材料的材质、种类、厚度、最大尺寸和安装方法；
- 5 检测用的主要仪器设备、检测时的空气温度，湿度和大气压力；
- 6 检测试件安装过程、试验后试件状态和拆除状态试验记录照片；
- 7 检测结论；
- 8 检测机构、检测人员和检测日期。

附录 C 焊接不锈钢屋面系统综合性能试验方法

(推荐方法)

C.1 一般规定

C.1.1 本试验方法规定了焊接不锈钢屋面系统气密、水密及抗风压性能的试验方法，检测对象只限于屋面系统试件，不涉及与其他结构之间的接缝部位。

C.1.2 测试焊接不锈钢屋面系统的综合性能试验应采用专用的屋面试验装置进行。

C.1.3 本试验应采用完整的焊接不锈钢屋面系统进行试验。

【条文说明】完整的焊接不锈钢屋面系统应包括不锈钢压型屋面面板、支撑结构、固定支架、紧固件和防水、保温、隔音等功能结构层。如设计有要求，可结合屋面附属装置或构件进行测试样品设计。

C.1.4 依据设计要求，可对焊接不锈钢屋面系统进行综合性能试验。

C.2 试验装置

C.2.1 试验装置应由测试压力箱体、风压提供装置、位移测量装置、压力测量装置、喷淋系统和控制系统组成，其性能应满足本附录测试程序的要求。

C.2.2 测试压力箱体应由上部压力箱体、中部试件安装架和支撑系统三个独立单元组成，压力箱体应保证其具有足够的刚度，确保试验过程不影响试验结果。

C.2.3 试验压力箱体内部尺寸应不小于 3.66m（宽）x 7.32m（长）。

C.2.4 测试样品安装在中部试件框中，并有相应的密封构造对其密封，风压提供装置应根据实验要求能在规定时间保证压力箱体内达到检测的稳定压力差，可为上箱体提供负压力或正压力。

C.2.5 试验设备应配备可波动加压装置，可满足试验静压或波动加压要求。

C.2.6 试验设备应配备高精度压力采集设备，可实时精确记录试验时压力箱体内部压力情况。

C.2.7 喷淋系统主要由管道、过滤器、增压泵、喷嘴系统组成，喷嘴系统是由多个喷嘴形成的网格状结构，总体平面尺寸应不小于 2.4m(宽)×2.4m(长)，喷嘴之间的距离为 300mm，喷嘴与被测试屋面表面距离不大于 300mm，整体淋雨量不小于 3.4L/m²·min。

C.2.8 采用集液箱对喷淋系统流量进行校准，集液箱截面尺寸要求 600mm×600mm，平分

为四个 300mm×300mm 截面的独立集液区，收集面距离喷淋系统喷嘴所处平面 300mm 距离收集喷淋雨量，四个集液区收集雨量总和不小于 1.26L/min，单个集液区内的收集量不小于 0.25L/min 并也不能大于 0.63L/min。

C.3 测试样品

C.3.1 检测试件应与实际工程安装的构造相符合，根据建筑屋面具有代表性的构造区分别取样送检。

C.3.2 试件规格、型号和材料等与生产厂家所提供图样一致并出具相应材质证书，试样送达检测单位需双方一同检查确认。

C.3.3 试件安装应符合设计要求，施工安装人员应严格根据工程施工技术要求施工，不得加设任何特殊附件或采取其他措施，试件的组装和安装时的受力状况应和实际工程使用情况相符。

C.3.4 试件的宽度应至少包括 3 张完整的屋面板，试件与试件安装架及压力箱体之间应安装牢固，并进行可靠的密封。

C.4 试验方法

C.4.1 非强风地区综合性能试验方法

- 1、对非强（台）风地区焊接不锈钢屋面系统，综合性能试验顺序见图 C-3；
- 2、焊接不锈钢屋面系统综合性能试验应包括：
 - 1）正常使用状态下气密性能检测，检测程序按本标准条款 5.5.2 气密性能检测参考标准规定进行；
 - 2）正常使用状态下水密性能检测，检测程序按本标准条款 5.5.2 水密性能检测参考标准规定进行；
 - 3）正常使用状态下风荷载标准值及变形检测，检测程序按本标准附录 B 条款 B.4.1 静态抗风压性能检测规定进行；
 - 4）风荷载标准值及变形检测后进行重复气密性能检测，检测程序按本标准条款 5.5.2 气密性能检测参考标准规定进行；
 - 5）风荷载标准值及变形检测后进行重复水密性能检测，检测程序按本标准条款 5.5.2 水密性能检测参考标准规定进行；
 - 6）风荷载极限承载力检测，检测程序按本标准附录 B 条款 B.4.1 静态抗风压性能

检测规定进行。

3、抗风揭综合性能检测在检测过程中应分别记录各项试验性能检测数据、试件状态及试验结果。

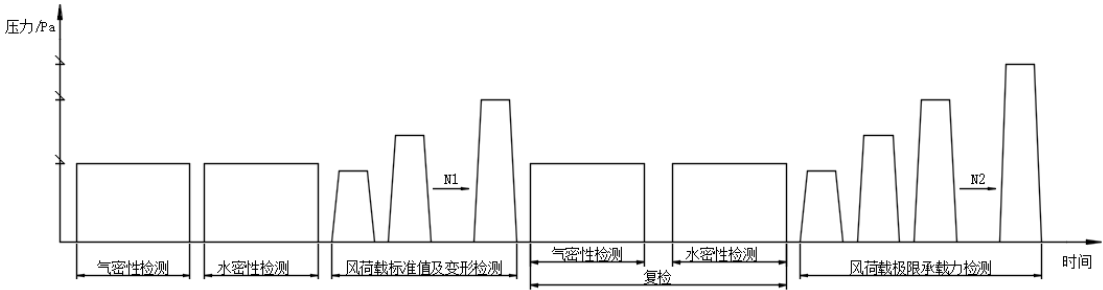


图 C-3 非强风地区综合性能试验顺序示意图

C.4.4 强风地区综合性能试验方法

1、对强（台）风地区焊接不锈钢屋面系统，综合性能试验程序见图 C-4；

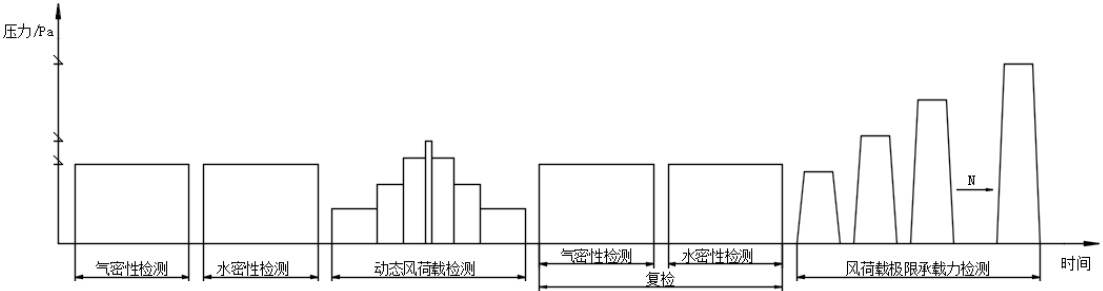


图 C-4 强风地区综合性能试验顺序示意图

2、焊接不锈钢屋面系统抗风揭综合性能试验应包括：

- 1）正常使用状态下气密性能检测，检测程序按本标准条款 5.5.2 气密性能检测参考标准规定进行；
- 2）正常使用状态下水密性能检测，检测程序按本标准条款 5.5.2 水密性能检测参考标准规定进行；
- 3）满足设计风荷载值的动态风荷载检测，检测程序按本标准附录 B 条款 B.4.2 动态抗风压性能检测规定进行；
- 4）风荷载标准值及变形检测后进行重复气密性能检测，检测程序按本标准条款 5.5.2 气密性能检测参考标准规定进行；
- 5）风荷载标准值及变形检测后进行重复水密性能检测，检测程序按本标准条款 5.5.2 水密性能检测参考标准规定进行；
- 6）风荷载极限承载力检测，检测程序按本标准附录 B 条款 B.4.1 静态抗风压性能

检测规定进行。

3、抗风揭综合性能检测在检测过程中应分别记录各项试验性能检测数据、试件状态及试验结果。

C.5 检测报告

检测报告应包括下列内容：

- 1 工程名称、工程所在地、委托方名称、施工方名称；
- 2 试件名称、主要尺寸及图样（包括试件立面、剖面和主要节点，型材、支撑体系及主要构建的尺寸）；
- 3 委托检测项目、检测指标、检测项目顺序；
- 4 试件材料的材质、种类、厚度、最大尺寸和安装方法；
- 5 检测用的主要仪器设备、检测时的空气温度，湿度和大气压力；
- 6 检测试件安装过程、试验后试件状态和拆除状态试验记录照片；
- 7 检测结论；
- 8 检测机构、检测人员和检测日期。

附录 D 屋面板固定支座、螺钉紧固件拉拔试验方法

D.1 概述

D.1.1 为确定屋面板固定支座、螺钉紧固件的抗拉拔力学性能，特制订本试验方法。

D.1.2 本标准提供测定固定支座、螺钉紧固件的抗拉承载能力和变形特性的试验方法。

【条文说明】试件主要是承受拉力（平行于紧固件的柄或横截面施加的荷载，或垂直于连接搭接面施加荷载）。

D.1.3 本标准针对薄板部件与相对较厚的部件（例如结构框架支撑）之间的连接以及两个或多个薄部件之间的连接。

D.1.4 机械紧固件包含螺钉，螺栓，铆钉等等。

D.1.5 该测试方法适用于使用力或位移控制的液压或螺杆试验机。

D.2 夹具及试验设备

D.2.1 固定支座抗拉承载力试验和紧固件抗拉承载力试验分别采用不同的夹紧装置。固定支座抗拉承载力试验使用对夹类夹具，夹紧装置夹紧 L 型支架上部；紧固件抗拉承载力试验使用楔形类夹具，夹紧装置从两侧夹紧试验板材。如图 D-1 所示。

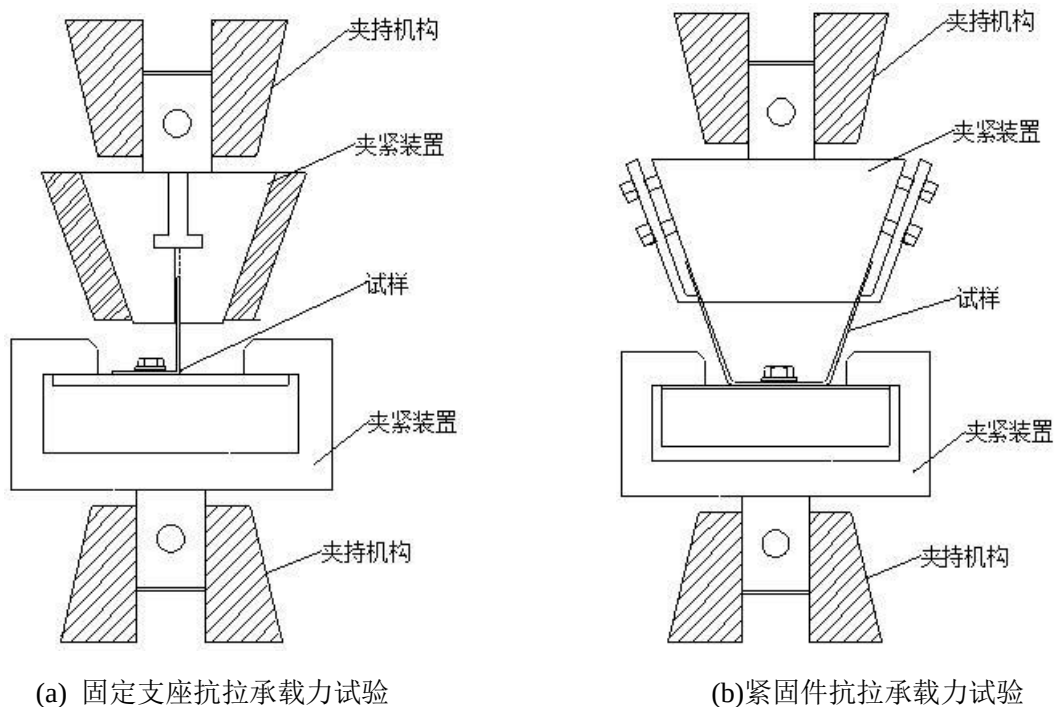


图 D-1 试验装置

D.2.2 标准拉力试验夹具应夹紧试件且沿紧固件中心轴向加载。

D.2.3 应控制加载的速率，应保持恒定的荷载，且所施加的荷载应精确地测量，误差应在测量设备量程范围的 $\pm 1\%$ 之内。

D.2.4 试件支撑夹具和试验机夹具应在整个试验过程中保持恒定加载方向。

D.2.5 用于测量变形的设备在试验中误差不应超过 ± 0.05 毫米。

D.2.6 用于测量试样尺寸的设备，在测量基材板厚度时，误差不超过 ± 0.01 毫米；在测量基材板轮廓尺寸时，误差不能超过 ± 1 毫米；在测量紧固件尺寸时，误差不应超过 ± 0.1 毫米。

D.3 测试样品

D.3.1 抗拉拔测试试验的连接件及被连接件的构造、材质、规格尺寸应与工程实际应用一致。

(1) 对于固定支座的抗拉承载力试验，L 型支架与支撑构件通过螺钉紧固件连接。L 型支架厚度一般较小，试件的安装情况及尺寸如图 D-2 所示，

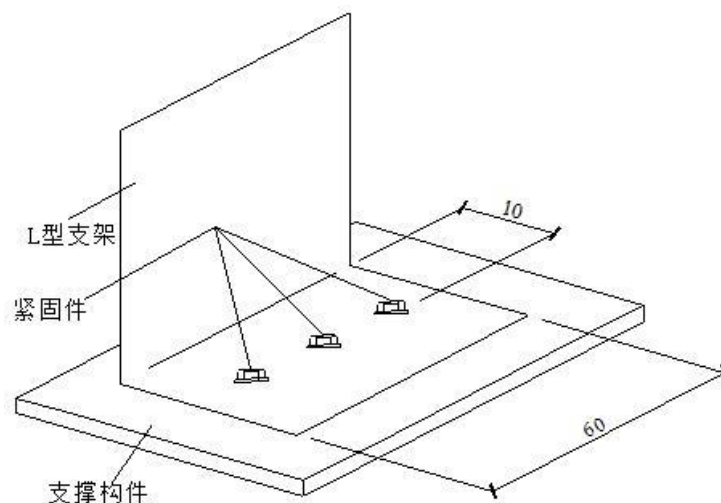


图 D-2 固定支座的抗拉承载力试验试件

(2) 对于螺钉紧固件抗拉承载力试验，试验板材与支撑构件通过螺钉紧固件连接，夹具夹紧板材上部两侧，提供轴向拉力。试件安装情况及尺寸如图 D-3 所示。允许通过添加钢板来模拟连接到支撑构件的总厚度，试件板材可分为两层或四层，分别用于端部搭接和角部搭接，如图 D-4 所示。

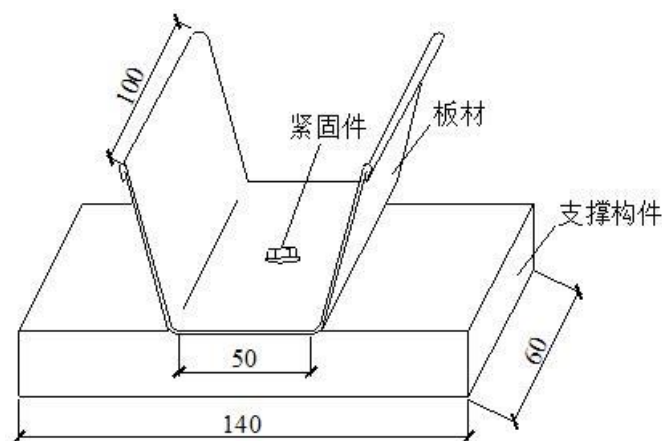


图 D-3 对于螺钉紧固件抗拉承载力试验试件

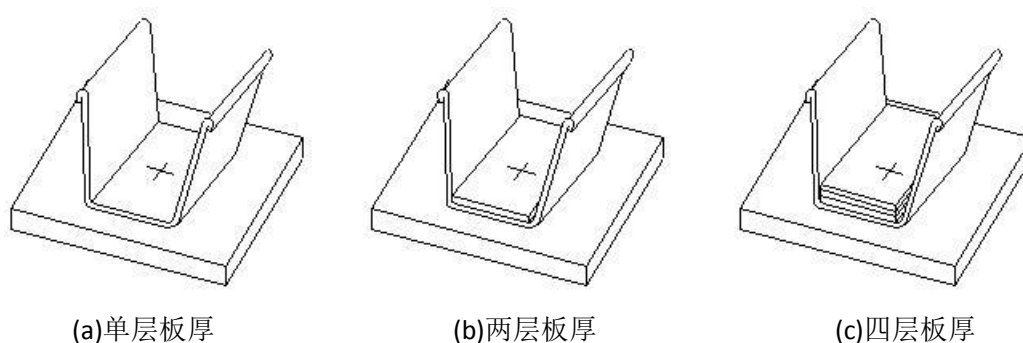


图 D-4 拉拔测试试件板材

D.3.2 每组试验应设置 5 个独立试件，试验结果应去掉一个最大值和一个最小值，取中间 3 个试验值的平均值为试验结果。

D.3.3 紧固件应按照制造商的建议或既定的程序进行安装，并在试验报告中做出描述。

【条文说明】在测试过程及结果描述是应特别注意以下内容：(1) 预钻孔直径(2) 螺纹紧固件的校准转入力和深度控制(3) 紧固件的安装工具和用于机械转动紧固件的功率或气压设置。

D.4 测试程序

D.4.1 在试验样品装载过程中，试验机的末端夹具应与试验样品夹具的轴线对齐。

D.4.2 抗拉拔测试宜采用力值控制法进行试验加载，试验机加载速率应为 2 kN/min.。当有设计要求时，可以采用位移控制法进行试验加载，加载速率应不大于 3mm/min.。

【条文说明】当在采用手动控制设备进行测试时，应以最大估计载荷五分之一的载荷增量施加载荷。当接近最大估计荷载时，应使用较小的增量。每个荷载增量应保持至少一分钟，或直到稳定为止。在继续下一个增量之前，加载应持续到无法保持载荷或一个或多个紧固件失效为止。当使用具有十字头速率控制能力和数据采集能力的计算机测试系统时，由测试机

头的分离速率决定的测试速度应为 3mm/min 或 2kN/min 以内。

D.4.3 当需要进行变形测量时，应在每个载荷增量和最大载荷下记录变形量。

D.4.5 失效模式应根据以下分类进行识别和记录。

(1) 固定支座的抗拉承载力试验：

类型 a-固定支座损坏（图 D-5(a)）。

类型 b-固定螺钉拉出或拉断（图 D-5(b)）

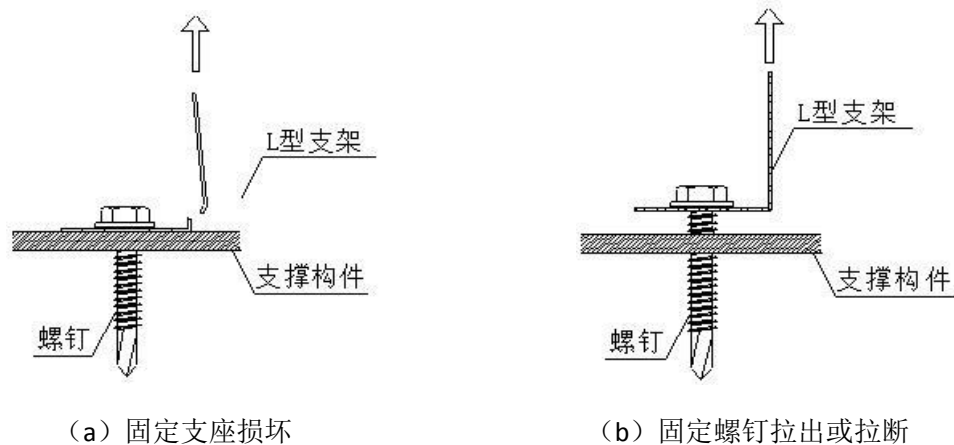


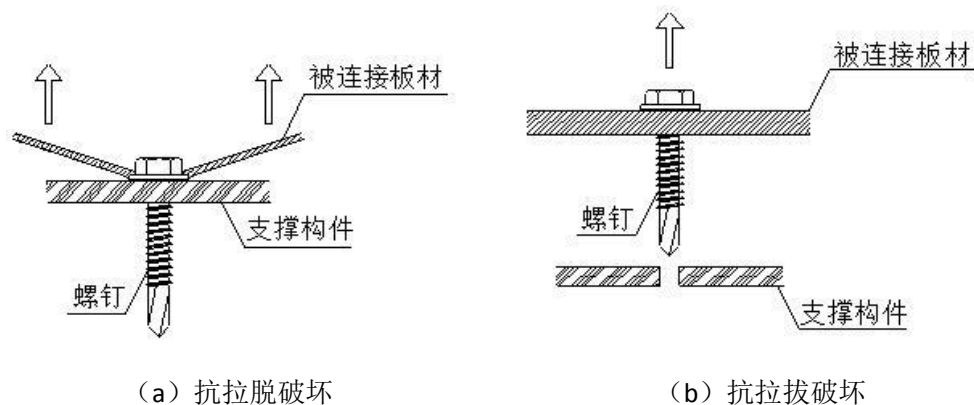
图 D-5 固定支座的抗拉承载力试验典型失效模式

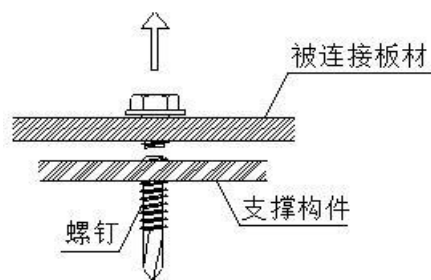
(2) 螺钉紧固件抗拉承载力试验：

类型 a-拉脱破坏，紧固件、紧固件垫圈的拉脱破坏（图 D-6(a)）。

类型 b-拉拔破坏，紧固件的拉拔破坏或紧固件与支撑部件的分离（图 D-6(b)）。

类型 c-拉断破坏，紧固件拉断破坏（图 D-6(c)）。





(c) 拉断破坏

图 D-6 螺钉紧固件抗拉承载力试验典型失效模式

D.5 检测报告

检测报告应包括下列内容：

- 1 工程名称、工程所在地、委托方名称、施工方名称；
- 2 试件名称、主要尺寸及图样；
- 3 委托检测项目、检测指标、检测项目顺序；

【条文说明】测试报告应包括测试装置的详细图纸，应描述施加荷载位置、方向及位移计的位置，应采用实物照片来记录测试夹具和样品；试验报告应包括荷载与变形比值、最大荷载和荷载-位移曲线。当连接变形不属于设计标准时，不需要荷载-变形比值。

- 4 试件材料的材质、种类、厚度、最大尺寸和安装方法；

【条文说明】(1)紧固件和配件（例如垫圈）的产品信息，包括制造商的名称、名称或类型、尺寸、螺纹数量、每英寸的螺纹；(2)紧固件连接构造信息：(a)预钻孔的直径(b)紧固件螺纹的校准扭矩和深度控制(c)紧固件所用的安装工具。

- 5 检测用的主要仪器设备、检测时的空气温度，湿度和大气压力；
- 6 检测试件安装过程、试验后试件状态和拆除状态试验记录照片；
- 7 检测结论；
- 8 检测机构、检测人员和检测日期。

条文说明