

团体标准

膜结构加工制作标准

Technical Standard for Manufacturing of Membrane
Structures

CSCS *-2025**

主编单位：中国钢结构协会空间结构分会

批准单位：中 国 钢 结 构 协 会

实施日期：2 0 2 5 年 * * 月 * * 日

（征求意见稿）

中国建筑出版传媒有限公司

2025 北京

前 言

根据《关于发布中国钢结构协会 2021 年第三批团体标准编制计划的通知》（中钢构协〔2021〕42 号文）要求，标准编制组进行广泛的调查研究，总结实践经验，借鉴国内外相关标准，开展了专题研究，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分为 8 章，主要内容包括：1.总则；2.术语和符号；3.基本规定；4.加工厂房环境与设备；5.制作；6.检验；7.包装与标识；8.储存与运输及附录。

本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国钢结构协会归口管理，由中国钢结构协会空间结构分会负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中，如有需要修改或补充之处，请将有关资料和建议寄送解释单位（地址：北京市朝阳区平乐园 100 号，北京工业大学西区基础楼 808 空间结构分会；邮政编码：100124），以供修订时参考。

本标准主编单位：

本标准参编单位：

本标准主要起草人：

本标准主要审查人：

本标准版权归中国钢结构协会空间结构分会所有。未经事先书面许可，本标准中的任何部分不得以任何形式或任何手段进行复制、发

行、改编、翻译、汇编或将本标准用于其他任何商业目的等。

1 总 则

- 1.0.1** 为在膜结构加工制作中贯彻执行国家技术经济政策，做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量，制定本标准。
- 1.0.2** 本标准适用于膜结构中膜单元的加工制作。
- 1.0.3** 膜结构加工制作除应执行本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.1.1 P 类膜材 Polyester-fabric

泛指基材为聚酯纤维的涂层织物类膜材。

2.1.2 G 类膜材 Glass-fabric

泛指基材为玻璃纤维的涂层织物类膜材。

2.1.3 E 类膜材 Fluoropolymer fabrics

泛指无织物基材直接由共聚物制成的热塑类膜材。

2.1.4 加工制作图 Shop drawing

是指在膜结构制作过程中，用于指导具体加工操作的技术图纸，包含总装图、裁片图、节点图。

2.1.5 裁剪 Cutting pattern

依据加工制作图，采用自动裁剪机或人工手动将膜材料，剪裁成图纸设计膜片的过程。

2.1.6 热合 Welding

将裁剪完成的膜片，采用专用膜材热合机，依据加工制作图将相邻膜片的搭接部分，热熔连接在一起的过程。

2.1.7 打磨 Coating removed

采用专用打磨机，将有些不能直接热合的 P 类膜材的面层去除的过程。

3 基本规定

3.0.1 膜结构加工制作企业应具备相应的膜结构加工制作能力。企业应有相应的技术标准，完善的质量管理体系、质量控制、检验及试验制度。

3.0.2 膜结构加工制作企业应严格执行国家安全生产、职业健康与环境保护的法律法规和有关标准，并建立相关管理和检查制度。

3.0.3 膜结构的加工制作，应在专业的加工车间、由专业的操作人员完成。

3.0.4 加工车间的设备和环境应满足对应的加工膜材类别和规模的要求。

【条文说明】P 类膜材和 G 类膜材以及 E 类膜材，其材料构成和化学成分各不相同，因此不同类别膜材的加工设备不同，应分别配置，不能混用。

另外，不同类别的膜材适用于不同的膜结构形式，加工制作的膜单元大小可能差别巨大，因此加工车间面积和跨度，宜根据不同类别膜材或不同加工规模的需求，分别配置。

3.0.5 操作人员应经培训后持证上岗，岗位包括裁剪、热合、质检等。

3.0.6 膜结构加工制作的流程应按以下步骤进行：

- 1) 裁剪设计详图交底；
- 2) 膜材进厂检验；
- 3) 热合参数试验；
- 4) 膜片裁剪；
- 5) 膜片打磨；
- 6) 膜片拼接热合及周边处理；
- 7) 膜单元成品检验；
- 8) 膜单元清洁、包装、标识、储存、发运。

3.0.7 膜结构加工制作质量应满足《膜结构工程施工质量验收规程》T/CECS 664 的相关要求。

【条文说明】P 类膜材有些型号其面层不能直接热合，热合前应将膜片热合接触区域的面层打磨去除，然后才能将两膜片热合。E 类膜材如果有镀点，镀点不能直接热合，热合前应将膜片热合接触区域的镀点擦除，然后才能将两膜片热合。

G 类膜材和无镀点 E 类膜材，以及具有可热合面层的 P 膜材，则加工制作

流程中没有“膜片打磨”这一步骤。

4 车间环境与设备

4.1 一般规定

- 4.1.1** 车间环境与设备应符合相应类别膜材的加工制作要求。
- 4.1.2** 车间应封闭、防尘、洁净，地面光滑平整，满足温度、湿度和通风要求。
- 4.1.3** 车间应设置独立的加工区、原材料存储区及膜单元成品存储区。
- 4.1.4** 加工制作及检测设备应满足加工制作图的要求。

4.2 车间环境要求

- 4.2.1** P类和G类膜材车间面积不宜小于500m²，车间跨度不宜小于12m。E类膜材车间面积不宜小于200m²，车间跨度不宜小于6m。
- 4.2.2** 车间环境温度宜为10~25℃，湿度不宜大于70%。
- 4.2.3** 膜材库房应保持清洁、干燥、通风，不宜存放其他物品，且不应接触易褪色的物品或对膜材性能有危害的化学物品。

4.3 加工制作设备

- 4.3.1** P类膜材加工制作设备宜包含裁剪机、打磨机、P类热合机、缝纫机等。
- 4.3.2** G类膜材加工制作设备宜包含裁剪机、定位机、G类热合机、缝纫机等。
- 4.3.3** E类膜材加工制作设备宜包含裁剪机、打磨机、E类热合机、操作台等。
- 4.3.4** 裁剪机用于膜片裁剪，宜采用自动裁剪机。台面宽度P类膜材不宜小于3.2m，G类膜材不宜小于4m，E类膜材不宜小于2m。台面长度不宜小于20m或采用滚筒式。
- 4.3.5** 打磨机用于膜片热合部位打磨。P类膜材磨掉不可焊接的面层，E类膜材擦掉镀点层。

4.3.6 定位机用于 G 类膜材热合缝定位。

4.3.7 热合机包括 P 类热合机、G 类热合机和 E 类热合机。P 类热合机包括高频热合机和热风热合机。热合机分为轨道式、台式和手持式三类。

4.3.8 P 类轨道式高频热合机用于膜片拼接热合，功率不宜小于 20kw，轨道长度不宜小于 30m；台式高频热合机一般用于膜单元周边处理和小膜片热合，功率不宜小于 3kw。

【条文说明】功率指输出功率，单轨道多机器。

4.3.9 G 类轨道式热合机用于膜片拼接热合，功率不宜小于 15KW，轨道长度不宜小于 20m；台式热合机一般用于膜单元周边处理和小膜片热合，功率不宜小于 5KW。G 类热合设备应自带有冷却系统和压力调节系统。

4.3.10 常见 E 类热合机分为手持式、下压式、台式、轨道式。主要用于 ETFE 主模拼接热合、边绳膜及索带的热合，手持式仅限于现场的临时维修使用。热合机工作台长度不宜小于 15 米，根据用途不同，大型焊接设备功率一般在 5-15KW 之间，固定台式热合设备功率不宜。

4.3.11 缝纫机应采用工业厚料缝纫机，应具备单针和双针缝纫功能。

【条文说明】用于膜单元周边处理和膜附件缝纫加工。

4.3.12 E 类膜材加工制作应在洁净的操作台上操作。

4.4 检测设备

4.4.1 膜结构加工制作检测设备可包括拉力试验设备、外观检测设备、透光检测设备、重量检测设备、几何尺寸检测设备等。

4.4.2 拉力试验设备可分为单轴和双轴拉伸试验机。单轴拉伸试验机用于检测膜材和热合缝的抗拉强度、撕裂强度和剥离强度，双轴拉伸试验机用于检测膜材弹性模量。

4.4.3 拉力试验设备量程不宜小于 15000N，应配备与测试膜材相适应的专用夹具。

4.4.4 外观检测设备可选用专用灯箱。灯箱宜采用白色冷光源，宽度不宜小于检测膜材幅宽。

4.4.5 透光检测设备可选用雾度检测仪。

4.4.6 重量检测设备可选用电子天平。

4.4.7 几何尺寸检测设备可选用红外测距仪、千分尺等。

4.4.8 所有检测设备应定期进行标定。

5 加工制作

5.1 一般规定

5.1.1 加工制作前，应由设计人员对车间负责人及操作人员进行技术交底，内容应包括：

- 1 膜材料和辅材的特点、膜单元分布情况、加工顺序；
- 2 节点形式及做法；
- 3 误差要求；
- 4 标识与包装要求。

5.1.2 加工制作前，操作人员应全面熟悉加工制作图的技术要求，了解工艺特点和关键环节。

5.1.3 加工制作过程中，操作人员应严格按照加工制作图的要求进行。

5.1.4 加工制作人员必须穿着清洁的、不褪色的软底鞋进入工作场地。

5.1.5 膜加工制作过程中不应划伤、污染膜材。

5.2 裁剪

5.2.1 下料裁剪前应对膜材表面进行外观检测。出现针孔、明显褶皱、明显污渍、断丝、裂缝和破损现象的部位严禁使用。

5.2.2 正式裁剪前，应结合裁剪机的性能和膜材的种类型号设定裁剪机刀压、裁剪速度等参数，并对裁剪精度进行校验。

【条文说明】裁剪机校验应严格按裁剪机说明书进行，通常的方法是用裁剪机画一个 2*2 米的方形，然后用卷尺测量方形的边长和对角长度，以此核验裁剪设备的精度。

5.2.3 裁剪应注意膜材经纬方向，严格按照图纸要求下料。

【条文说明】首先解释膜材经纬方向对膜材力学性能和外观的影响。根据膜材料的幅宽、长度，采用自动或手动的方式对膜片进行合理排料，提高材料利用率。

5.2.4 裁剪时膜材应均匀展平在负压平台上，不应有明显褶皱。

5.2.5 人工裁剪应先按照裁剪图纸进行放样，检验合格后裁剪下料。

5.2.6 裁剪过程应做好记录，包括裁剪膜片使用的膜材批次、卷号、位置等信息，做到可追溯。

5.2.7 裁剪完成的膜片应进行标识，平放或卷绕放入指定位置，对于 G 类膜材膜片严禁折叠。

5.3 打磨

5.3.1 P 类不可焊膜材应进行打磨。

5.3.2 打磨应采用专用打磨机按照加工制作图的要求进行。

5.3.3 打磨前应根据不同型号膜材进行预打磨和热合试验，确定打磨厚度。

5.3.4 打磨应将膜材面层打磨干净，不宜损伤膜材涂层，严禁损伤膜材基材。

5.4 热合

5.4.1 热合前应根据加工制作图中热合缝节点形式进行热合试验，确定热合电压、电流、加热时间、冷却时间、压力等参数。

【条文说明】热合试验的做法、热合缝试样还应进行剥离试验。

当环境改变（班组、批次、环境）需要改变热合参数时，应重新进行热合实验确定新的热合参数。

5.4.2 热合缝试样应进行拉力试验，P 类和 G 类膜材热合缝的拉伸强度不应低于母材强度的 80%。E 类膜材热合缝的拉伸强度不应低于 30MPa。

5.4.3 热合前应对膜片进行拼接，并对热合部位进行临时固定。

【条文说明】P 类膜材可使用专用胶水固定，G 类和 E 类膜材可使用专用机具固定。把专用胶水和专用机具（热熔压钳）说明清楚。局部临时固定说明

5.4.4 热合时应按照热合试验确定的热合参数进行，热合时应做好热合记录。

5.4.5 热合过程中应对热合缝进行检查，热合缝应均匀平整、饱满、线条清晰，不应出现虚焊、漏焊。

5.4.6 P 类和 G 类膜材热合时相邻刀之间的搭接量不应小于 5mm。

5.4.7 P 类膜材热合时出现打火现象应及时修补或更换。

5.5 缝纫

5.5.1 缝纫参数应满足加工制作图要求，并经试验确定。

【条文说明】缝纫参数包括：缝纫针距，缝纫线直径、强度、材质，缝纫道数等。

5.5.2 缝纫可采用单针或双针，针距应均匀，缝纫线条应平顺、无脱落、无断线、无跳线。

5.5.3 缝纫始端、末端和换线处回针不应小于 5cm。

5.5.4 缝纫线颜色宜与膜材颜色相同。

6 检验与检测

6.1 一般规定

- 6.1.1** 膜结构加工制作应设置专职质检员。质检员应经专业培训，持证上岗。
- 6.1.2** 检验和检测设备应进行定期标定。
- 6.1.3** 膜结构加工制作的各道工序完成后，应按相应的要求和标准进行检验，检验合格可进入下一道工序。
- 6.1.4** 每道工序应自检、互检、专检，并保留检验记录文件。
- 6.1.5** 检验结果应满足相关国家标准及《膜结构工程施工质量验收规程》T/CECS 664 的相关要求。
- 6.1.6** 材料进厂和加工制作过程检验记录文件应存档。

6.2 材料检验

- 6.2.1** 膜材进厂应查验膜材性能检测报告。
- 6.2.2** 膜材料检验包括强度、外观、几何尺寸、重量的检验，应由专职质检员进行复检，并做好复检记录。

6.3 过程检验

- 6.3.1** 过程检验应按加工制作工序实行三级质量检验，包括自检、互检和专检：
 - 1 责任生产人员应在每道工序完成后进行自检，并填写自检记录。
 - 2 下道工序的责任生产人员应对上道工序的产品和自检记录进行复检，并填写互检记录。
 - 3 专检应由专职质检员完成，应检查自检、互检记录，并进行不少于 10% 的抽样检查，填写专检记录。
- 6.3.2** 专检抽样检查中发现与自检、互检不一致时，应扩大抽样范围。

6.3.3 在互检或专检中发现的不合格项，按不合格品控制程序处置。

6.4 成品检验

6.4.1 成品检验应由专职质检员完成。检验内容可包括成品外观、尺寸、打孔孔距、标识等，应填写专检记录。

6.4.2 检验合格后应按检验批出具膜结构加工制作成品数量清单、检验报告、合格证等文件。

6.4.3 对于检验不合格的成品，应按不合格品控制程序处置。

6.5 检验记录文件

6.5.1 膜结构加工制作检验记录应按附录 A 的要求提供下列文件：

- 1 膜材复检记录；
- 2 膜材热合试验记录；
- 3 膜材热合记录；
- 4 自检、互检和专检记录；
- 5 成品检验记录；
- 6 成品发运与装箱清单；
- 7 业主、监理要求的其他资料。

7 包装与标识

- 7.1 膜成品应按安装方案要求进行包装。
- 7.2 P 类膜材膜成品可采用卷绕或者折叠打包；G 类膜材膜成品应采用卷绕打包；E 类膜材膜成品打包时应避免直接折叠。
- 7.3 包装材料应结实、清洁，内表面应不掉色。包装袋与膜成品之间不应有异物。
- 7.4 包装袋应在醒目位置进行标识，标明工程名称、膜单元编号和展开方向。

8 储存与运输

8.1 膜包裹储存应远离热源、水源和污染源，膜包裹上严禁放置重物。

8.2 膜包裹宜采用专车运输，膜包裹与运输工具之间不应发生相对移动和撞击，膜包裹之间不应相互叠压。

【条文说明】卷绕打包运输时芯轴两端宜放置在专用支架上并捆扎牢固。

表 A.2 膜材热合试验记录

记录编号：

工程编号				工程名称							设备编号			
膜材型号				热合参数							拼接形式			
日期	时间	测试者	取样部位	电流(A)	电压(V)	热合时间(s)	冷却时间(s)	气压(Mpa)	室温(℃)	相对湿度(%)	抗拉强度测试值(单位 N/5CM)			
											1	2	3	平均值
检验：				审核：					批准：					
年 月 日				年 月 日					年 月 日					

表 A.3 膜材热合监控记录

记录编号：

工程编号		工程名称				膜材型号			设备编号	
日 期	时 间	室 温 (℃)	相对湿度 (%)	电 流 (A)	电 压 (V)	气 压 (Mpa)	热合时间 (S)	冷却时间 (S)	备 注	
操作者：				车间主任			质量安全部经理：			
年 月 日				年 月 日			年 月 日			

表 A.4 膜材热合质量检验记录

工程名称：					工程编号：								
检验日期：					白班：				小夜班：		大夜班：		
膜片号	时 间	不合格问题			热合机编号				检验结果	自 检	互 检	专检	备注:对不合格处理描述
		虚、过焊	漏焊	打火	1#	2#	3#	4#					
检验方法及标准		1. 应重点检验有无虚焊、漏焊、过焊、打火等缺陷存在。											
		2. 小于 100m² 的产品按 50%抽检，大于 100m² 的产品按 20%抽查。											
		3. 目视检验、测量、必要时应采用放大镜检查。											
		4. 热合缝密实美观，无虚焊、漏焊、过焊等缺陷。每道热合缝 20m 内≥2 处打火，100m 少于≥3 处打火。打火修补面积≥300mm²											

表 A.5 膜材成品检验记录

记录编号:

[illegible]