CECS 133：2002

中国工程建设标准化协会标准

包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程

Technical specification for protective project of steel structure covered with unsaturated polyester composite materials

筑龙网 www.SINOAEC.COM

筑 龙 网

2002 北 京

@筑龙网 www.sinoaec.com《包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程》资料编号：CECS133-2002@

前　　言

根据中国工程建设标准化协会（2001）建标协字第 10 号文《关于印发 2001 年第一批标准制、修订项目计划的通知》的要求，制订本规程。

本规程是在总结我国工程实践经验和吸取国际先进经验的基础上制订的。

根据国家计委标[1986]1649 号文《关于请中国工程建设标准化委员会负责组织推荐性工程建设标准试点工作的通知》要求，现批准协会标准《包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程》，编号为 CECSl33：2002，推荐给工程建设设计、施工、使用单位采用。本规程由中国工程建设标准化协会防腐蚀委员会归口管理，由武汉理工大学材料科学与工程学院（武汉市珞狮路 122 号，邮编：430070）负责解释。在使用中如发现需要修改或补充之处，请将意见和资料径寄解释单位。

主 编 单 位 ： 武汉理工大学

成都宏亿复合材料工程技术有限公司

主要起草人：曾黎明 王钧 单松高 朱能安 杨玉玺

中国工程建设标准化协会

2002 年 6 月 25 日

@ 筑龙网 www.sinoaec.com 《包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程》 资料编号：CECS133-2002 @

目　　录

前　　言 2

目　　录 3

1 总　　则 4

2 一般规定 5

3 设计要求 6

4 原材料和制成品的质量要求 7

5 基层处理 9

6 防护层施工 10

7 防护工程质量要求 11

附件 A 原材料和制成品及工程质量检测方法 13

本规程用词说明 17

筑龙网 WWW.SINOAEC.COM

筑龙网 www.sinoaec.com 《包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程》 资料编号：CECS133-2002 @

1 总　　则

1.0.1 为保证钢结构防护工程的设计和施工质量，避免因钢腐蚀而造成损失，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于大气环境介质条件下，钢结构表面包覆玻璃纤维增强不饱和聚酯树脂复合材料防护工程（以下简称钢结构防护工程）的设计、施工及验收。

1.0.3 钢结构防护工程所采用的原材料，必须具有产品质量合格证和检测资料，并应符合本规程的规定。必要时应进行复验。

1.0.4 钢结构防护工程的施工，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

筑龙网 WWW.SINOAEC.COM

筑龙网 www.sinoaec.com 《包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程》 资料编号：CECS133-2002 @

2 一般规定

2.0.1 钢结构防护工程施工前，必须对钢基层进行表面处理。未经表面处理的钢结构，不得进行下一工序的施工。

2.0.2 钢结构防护工程施工环境温度不应低于 5℃，相对湿度不宜大于 80%。当环境温度低于 5℃时，应采取加热保温措施使材料温度满足施工对环境温度的要求，但不得用明火或蒸汽直接加热。

2.0.3 施工期间应防火、防雨、防雪和防雾。

2.0.4 树脂等化工原材料应密封贮存在阴凉、干燥的通风处，并应防火。玻璃纤维布应防潮、防污染。

筑龙网 WWW.SINOAEC.COM

@ 筑龙网 www.sinoaec.com 《包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程》 资料编号：CECS133-2002 @

3 设计要求

3.0.1 玻璃纤维增强不饱和聚酯树脂复合材料防护层如图 3.0.1 所示。

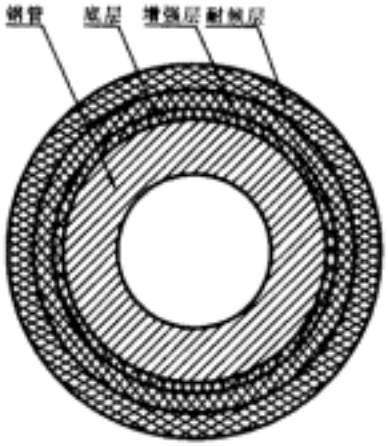


图 3.0.1 防护层示意

3.0.2 防护层由底层、增强层、耐候层组成。先在钢结构表面均匀喷涂一层不饱和聚酯树脂胶料作为底层，然后铺贴玻璃纤维布增强不饱和聚酯树脂作为增强层，最后再均匀喷涂一层不饱和聚酯树脂胶料作为耐候层。固化后的防护层总厚度应符合设计要求；当设计未作规定时，不宜小于 0.8㎜。

3.0.3 当工程所处环境条件较恶劣时，应加大增强层的厚度以提高防护层的总厚度。

3.0.4 在底层外被覆玻璃纤维布时，同层布的搭接宽度不应小于 30㎜。

上下两层布的接缝应错开不小于 50㎜。

筑龙网 www.sinoaec.com 《包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程》 资料编号：CECS133-2002 @

4 原材料和制成品的质量要求

4.0.1 不饱和聚酯树脂投入使用前，应在工厂中加入触变剂并分散均匀，同时进行预促进。耐候层用不饱和聚酯树脂应具有空气干燥性能，或加入封面助剂，在空气中自然固化后表面应无粘着感。

4.0.2 耐候层用不饱和聚酯树脂投入使用前，应在工厂中加入紫外线吸收剂、抗氧剂、防老剂等助剂，并分散均匀。

4.0.3 在投入使用时，不饱和聚酯树脂的质量指标应符合表 4.0.3 的规定。

表 4.0.3 不饱和聚酯树脂施工时的质量控制指标

项目	酸值 (mgKOH/g)	25℃粘度 (Pa·s)	25℃凝胶时间 (min)	固体含量 (%)	外 观
底层用树脂	14～23	0.11～0.24	7～14	52～61	浅黄-微红混浊液体
增强层用树脂	14～23	0.10～0.23	7～14	52～61	浅黄-微红混浊液体
耐候层用树脂	14～23	0.15～0.34	7～14	51～63	浅黄-微红混浊液体

4.0.4 触变剂宜使用气相二氧化硅，其比表面积应不小于 350m^2/g。

4.0.5 不饱和聚酯树脂采用过氧化甲乙酮（MEKP）为固化剂时，其活性氧含量应不小于 9.5%。

4.0.6 不饱和聚酯树脂采用未经稀释的异辛酸钴为促进剂时，异辛酸钴的钴含量应不小于 10%。

4.0.7 增强材料应采用非石蜡乳液型的中碱或无碱无捻粗纱玻璃纤维方格布，其厚度宜不大于 0.4mm，也可采用玻璃纤维表面毡。中碱无捻粗纱玻璃纤维方格布的性能应符合《中碱玻璃纤维无捻粗纱布》JC/T576 的规定。无碱无捻粗纱玻璃纤维方格布的性能应符合《无碱玻璃纤维无捻粗纱布》JC/T281 的规定。

4.0.8 矿物填料中不应有块状杂质，粒径应不大于 0.05mm，含水率应不大于 0.5%。

4.0.9 不饱和聚酯树脂浇铸体标准试样的巴柯尔硬度应不小于 35。

4.0.10 玻璃纤维增强不饱和聚酯树脂复合材料的力学性能应符合表 4.0.10 的规定。

筑龙网 www.sinoaec.com 《包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程》 资料编号：CECS133-2002 @

表 4.0.10 玻璃纤维增强不饱和聚酯树脂复合材料的力学性能指标

项　　目	指　　标
抗拉强度（MPa）	≥180
弯曲强度（MPa）	≥200
冲击韧性（kJ/m^2）	≥80
弯曲弹性模量（MPa）	≥1.0×10^4
断裂延伸率（%）	≥2.5

筑龙网 WWW.SINOAEC.COM

@ 筑龙网 www.sinoaec.com 《包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程》 资料编号：CECS133-2002 @

5 基层处理

5.0.1 施工前，应将钢结构基层表面的油污、焊渣、毛刺、铁锈等清除干净，突起处的曲率半径应不小于 50mm。

5.0.2 钢结构基层表面的油污可采用溶剂或碱性溶液清洗处理。

碱性溶液清洗处理后应用水清洗掉残存碱液。

5.0.3 钢结构基层表面的除锈等级，应达到 St2 级。

5.0.4 钢结构基层表面的凹陷处，应采用与底层相同的不饱和聚酯树脂与干燥的矿物填料调制的腻子修平。

5.0.5 经处理过的钢结构基层表面干燥后，应及时进行喷涂底层树脂胶料的施工，其间隔时间应不超过 24h。

筑龙网 WWW.SINOAEC.COM

筑龙网 www.sinoaec.com 《包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程》 资料编号：CECS133-2002 @

6 防护层施工

6.0.1 防护层的施工应按底层、增强层、耐候层的顺序分层施工。

6.0.2 视施工现场条件，底层、增强层用的不饱和聚酯树脂和固化剂，可按要求的比例采用专用喷射设备同时喷涂或以手工混合涂刷。耐候层用的不饱和聚酯树脂和固化剂，可按要求的比例采用专用喷射设备同时喷涂到增强层表面。

6.0.3 树脂和固化剂混合后的凝胶时间宜为 30～40min。当凝胶时间过长时，应在现场补加促进剂。促进剂的加入应根据施工环境温度经试验确定，并应准确称量，分散均匀。

6.0.4 盛装或配制不饱和聚酯树脂及其胶料的容器和工具应保持干燥、无油污、无固化残渣。

6.0.5 底层施工时，在钢基层表面均匀喷涂或涂刷的一层树脂胶料隔离膜，厚度应不小于 0.1mm。不得有漏涂、流挂等现象。

6.0.6 在底层树脂凝胶后 8h 内，应进行增强层施工。

6.0.7 增强层应采用连续法施工，一次达到设计要求的厚度。当设计未提出要求时，增强层的厚度不应小于 0.4mm。施工时，在底层外被覆玻璃纤维布，将玻璃纤维布密实地贴于底层外表面，然后用树脂胶料充分浸透，并随即赶净气泡。

6.0.8 喷涂耐候层前应对增强层表面进行打磨处理，除去灰尘和污染物并保持表面干燥，然后均匀喷涂一层与大气介质直接接触的耐候层树脂胶料。耐候层的厚度应达到设计要求。当设计未提出要求时，耐候层的厚度应不小于 0.3mm。

6.0.9 在耐候层树脂中宜加入适量的色浆进行着色。加入色浆后，应使用电动高速剪切分散机至少搅拌 45min，使色浆均匀。

6.0.10 耐候层应一次喷涂到要求厚度。如需补喷或重喷，应对固化的表面打磨粗糙至尤光泽后方可进行。

6.0.11 防护层施工完成至工程验收前的自然固化时间，应不少于 7d。

筑龙网 www.sinoaec.com 《包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程》 资料编号：CECS133-2002 @

7 防护工程质量要求

7.0.1 防护层三层干膜的平均总厚度应符合设计要求，最小实测厚度应不低于设计要求的 90%。当设计未提出要求时，平均总厚度应不小于 0.8mm，最小实测厚度应不小于 0.72mm。宜用磁性测厚仪无损检测总厚度。

7.0.2 防护层的外观和表面应符合下列要求：

1 树脂应固化完全，实样表面的巴柯尔硬度应不小于 30；

2 表面无纤维外露，无气泡、皱折、起壳、脱层等现象，涂层胶料饱满，表面应光滑、无毛刺，钢结构基层凸起的焊缝等处应圆滑过渡；

3 表面色泽应均匀，无明显花纹或色差；

4 表面不得有大于 1mm 的孔隙和针眼，在任取 1000mm×l000mm 面积内小于 1mm 的孔隙或针眼不应超过 5 个。

7.0.3 防护层与钢结构基层的结合性能，应按本规程附录 A 规定的方法进行试验。试验后，任何部位的底层都应不与基层金属剥离。

7.0.4 防护效果可采用等效未着色的样板进行乙酸盐雾加速腐蚀试验。连续试验 720h 后，试件表面应无腐蚀并无明显的颜色变化。

7.0.5 防护层材料的耐候性能可按本规程附录 A 规定的方法进行试验。当连续试验使试件表面单位面积上累计接受的能量达到 $3.6\times10^{9}J\cdot m^{-2}$ 后，试件表面应无龟裂、银纹、斑点、孔眼、疏松状态、脱层现象和容易擦除的物质或渗析物出现。

筑龙网 www.sinoaec.com 《包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程》 资料编号：CECS133-2002 @

8 工程验收

8.0.1 钢结构防护工程的验收，应包括中间验收和交工验收。

8.0.2 钢结构防护工程施工前，应对基层检查验收，合格后方可办理工序交接手续。

8.0.3 每一层施工完成后，应进行中间验收，合格后方可进行下一工序施工。

8.0.4 钢结构防护工程的交工验收，应提交下列资料：

1 原材料的出厂合格证或复检报告；

2 原材料和制成品的主要技术性能试验报告；

3 工序交接记录；

4 修补和返工记录。

8.0.5 交工验收应按下列要求进行：

1 总厚度应按本规程 7.0.1 的要求进行验收。

2 外观应按本规程 7.0.2 的要求进行验收。对不符合要求的部位，允许进行修整直至合格。

3 结合性能应按本规程 7.0.3 的要求进行验收。在已完成施工的工件上任意取一处进行试验，然后对试验部位进行修复。

8.0.6 对防护的效果，可根据有关方商定，采用等效样板进行试验，按本规程 7.0.4 的要求进行验收。也可采取提供以往试验报告的方法进行验收。

8.0.7 对防护层材料的耐候性能，可根据有关方商定，采用制作试件进行试验，按本规程 7.0.5 的要求进行验收。也可采取提供以往试验报告的方法进行验收。

8.0.8 钢结构防护工程的交工验收，应有正式的验收记录。

筑龙网 www.sinoaec.com 《包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程》 资料编号：CECS133-2002 @

附件 A 原材料和制成品及工程质量检测方法

A.0.1 不饱和聚酯树脂酸值的测度，按《不饱和聚酯树脂酸值的测定》GB/T 2895 执行。

A.0.2 不饱和聚酯树脂粘度的测定，按《不饱和聚酯树脂粘度测定方法》GB/T 7193.1 执行。

A.0.3 不饱和聚酯树脂 25℃凝胶时间的测定，按《不饱和聚酯树脂 25℃凝胶时间测定方法》GB/T 7193.6 执行。

A.0.4 不饱和聚酯树脂固体含量的测定，按《不饱和聚酯树脂固体含量测定方法》GB/T 7193.3 执行。

A.0.5 不饱和聚酯树脂浇铸体巴柯尔硬度的测定，按《纤维增强塑料巴氏（巴柯尔）硬度试验方法》GB/T 3854 执行。

A.0.6 增强层的抗拉强度的测定，按《玻璃纤维增强塑料拉伸性能试验方法》GB/T l447 执行。

A.0.7 增强层的弯曲强度的测定，按《玻璃纤维增强塑料弯曲性能试验方法》GB／T 1449 执行。

A.0.8 增强层和耐候层的冲击韧性的测定，按《玻璃纤维增强塑料简支梁冲击韧性试验方法》CB／T l451 执行。

A.0.9 钢结构基层表面的除锈等级，按《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T 8923 执行。

A.0.10 防护层厚度的测定，按《磁性金属基体上非磁性覆盖层厚度测量磁性方法》GB/T4956 执行。

A.0.11 外观检查，在自然光下用肉眼目测。

A.0.12 结合性能试验方法

l 原理

将防护层切断至基体，使之形成一个具有给定尺寸的方形格子，施加正向外拉力，防护层不应产生剥离。

2 装置

装有硬质合金切口铣刀的电动大理石切割机，其形状如图 A．0.12-1 所示。

3 操作

筑龙网 www.sinoaec.com 《包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程》 资料编号：CECS133-2002 @

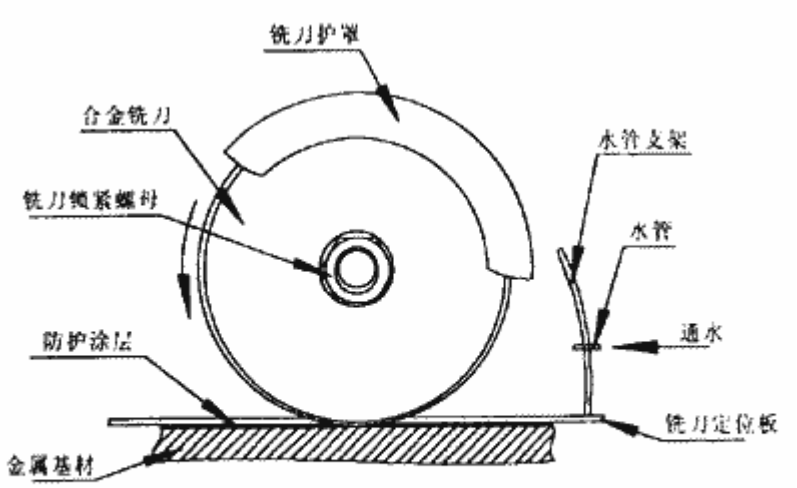


图 A.0.12－1　电动大理石切割机

使用图 A.0.12-1 所示电动大理石切割饥，切出表 A.0.12 规定的格子尺寸，且必须将防护层切断至基体金属。

如有可能，切割成格子后，采用封箱胶带或供需双方协商认可的一种合适的粘胶带，借助一个辊于或干施以 50N 的载荷将粘胶带压紧在这部分防护层上，然后沿垂直防护层表面的方向快速将粘胶带拉开，参见图 A.0.12-2 所示。

表 A.0.12　格式尺寸

覆盖格子的近似表面积	检查的防护层厚度（μm）	切痕间距（mm）
100mm×100mm	≥800	10（不含合金铣刀切口宽度）

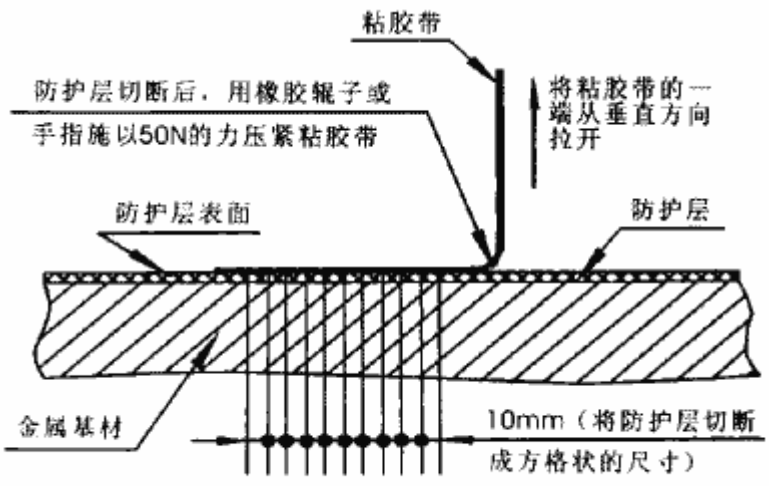


图 A.0.12－2　粘胶带拉开方式示意图

A.0.13 乙酸盐雾腐蚀试验，按《人造气氛腐蚀试验盐雾试验》GB／T 10125 执行。

A.0.14 防护层耐候性能试验方法

1 原理

@ 筑龙网 www.sinoaec.com 《包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程》 资料编号：CECS133-2002 @

将试件暴露于封闭的试验箱内，接受紫外线辐照，达到一定辐照能量后，防护层表面应无明显老化现象。

2 装置

使用装有紫外灯的封闭试验箱。试验箱内除试件外其余表面均采用铝箔或锡箔等反射材料覆盖，其形状如图 A.0.14 所示意。

为了模拟日光的光谱分布，宜采用型号为 UV-A340 的荧光紫外灯。

当使用的荧光紫外灯功率较大时，试验箱应配置排风装置，保证试验箱内温度低于 50℃。

光源中心应对齐试件中心，且距离应在 250～350mm。试件暴露口尺寸应不小于 150mm×150mm，试件嵌入框尺寸应比暴露口尺寸每边至少大 20mm。

3 试件准备

按照图 A.0.14 所示的试件嵌入框尺寸准备试件，应保证试件能嵌入框中。

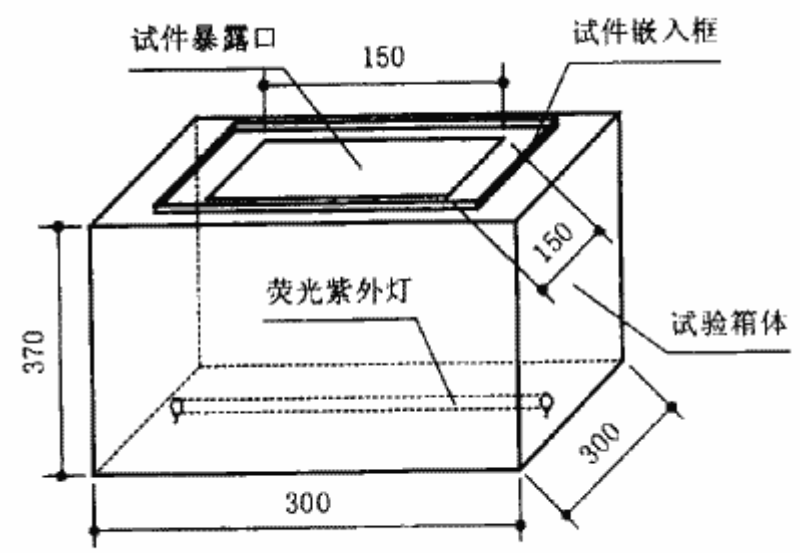


图 A.0.14 荧光紫外灯暴露试验箱示意图

为便于观察表面老化现象，试件表面的耐候层应不着色；同时，为避免由于受高热量辐射产生变形而影响老化结果的观察，增强层厚度应不低于 4mm。

试件制作好后，在 25℃左右环境下至少应放置 7d 方可进行暴露试验。

4 操作

将准备好的试件置入图 A.0.14 所示暴露试验箱的试件嵌入框中，并固定好。

打开荧光紫外灯及排风装置的电源，同时开始暴露计时。当暴露时间达到公式（A.0.14）的计算结果时，关掉电源，停止暴露试验。取下试件观察暴露面表面老化情

@筑龙网 www.sinoaec.com《包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程》资料编号：CECS133-2002 @

况，并做好记录。

$$T = 10^{-6}\frac{WS}{3600P} \qquad (A.0.14)$$

式中 T——暴露时间（h）；

W——规定的试件表面单位面积上累计接受的能量值（$J \cdot m^{-2}$），取 3.6×10^{9}；

S——试件暴露口面积（mm^{2}）；

P——荧光紫外灯的额定功率（W）。

筑龙网 WWW.SINOAEC.COM

@筑龙网 www.sinoaec.com《包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程》资料编号：CECS133-2002@

本规程用词说明

一、为便于执行本规程条文时区别对待，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 ”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“ 可 ”。

二、规程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 ”。

筑龙网 WWW.SINOAEC.COM

筑龙网 www.sinoaec.com 《包覆不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规程》 资料编号：CECS133-2002 @