

ICS 27.060.01

J 98

备案号: 24171-2008

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 455 — 2008

代替 DL/T 455 — 1991

锅炉暖风器

Boiler steam air heater

2008-06-04 发布

2008-11-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 型号、结构	1
4 技术要求	4
5 试验方法与验收规则	6
6 标志、油漆、包装、运输	7
附录 A (规范性附录) 热浸镀锌层的技术要求和试验方法	8

前 言

本标准是根据《国家发展改革委员会办公厅关于印发 2005 年行业标准项目计划的通知》(发改办工业[2005] 739 号令)的要求对 DL/T 455—1991 进行修订的。

锅炉暖风器是用管内蒸汽将管外空气加热的一种换热设备,广泛应用于火力发电厂。随着我国经济和科学技术的发展,经过工厂多年不断的研究以及设计、制造技术的进一步提高,锅炉暖风器产品不论是设计参数,还是结构形式均发生了较大的变化,原标准已不能适应产品发展的需要,因而有必要对原标准进行修订。

与 DL/T 455—1991 相比,本标准主要有以下变化:

- 提高了暖风器蒸汽参数使用范围;
- 增加了暖风器管束型号的表示方法;
- 增加了暖风器三种安装形式的示意图;
- 将翅片管有效长度由 $f \leq 10\text{m}$ 改为 $f \leq 6\text{m}$;
- 增加了除矩形、椭圆翅片管以外的其他形式翅片管的内容;
- 列出了几种典型管箱的结构形式,并增加了集合式管箱形式;
- 增加了几种翅片管的简图;
- 增加了对暖风器疏水端设计的要求;
- 增加了暖风器管束的最高点应设置排气口的要求;
- 增加了对翅片管单管传热性能试验的要求,并给出了几种翅片管的最低传热系数;
- 提高了对管箱焊缝的检验要求,增加了管箱焊缝应采用无损检测或按图样规定;
- 修订了附录 A (标准的附录)的内容,增加了镀锌安全要求方面的内容;
- 增加了镀锌外观质量的要求;
- 规定了热镀锌的试验方法和验收准则。

本标准自实施之日起,代替原 DL/T 455—1991。

本标准附录 A 为规范性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电站锅炉标准化技术委员会归口并解释。

本标准起草单位:湖北省电力公司汉口电力设备厂。

本标准主要起草人:李和慧、葛森、姚勇、石瑶慧。

本标准首次发布:1992 年 1 月 8 日。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化中心(北京市白广路二条一号,100761)。

锅炉暖风器

1 范围

本标准规定了锅炉暖风器（以下简称暖风器）的型号、结构、技术要求、试验方法与验收规则以及油漆与包装运输等。

本标准适用于最高设计温度不大于 450℃，翅片管为椭圆管型的设计压力不大于 2.5MPa、翅片管为圆管型的设计压力不大于 10MPa 的暖风器。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 150—1998 钢制压力容器

GB/T 470 镀锌

GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性尺寸和角度尺寸的公差

GB/T 4956 磁性基体上非磁性覆盖层 覆盖层厚度测量 磁性法

GB/T 13825 金属覆盖层 黑色金属材料热镀锌层的质量测定 称量法

GB/T 13912—2002 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 15386—1994 空冷式换热器

GB 50205—2001 钢结构工程施工质量及验收规范

DL/T 869 火力发电厂焊接技术规程

JB/T 537 空冷器翅片管单管传热性能测定方法

JB/T 4709 钢制压力容器焊接规程

JB/T 4711 压力容器涂敷与运输包装

3 型号、结构

3.1 暖风器管束型号表示方法

3.1.1 管束型号表示方法

管束型号的表示方法见图 1。

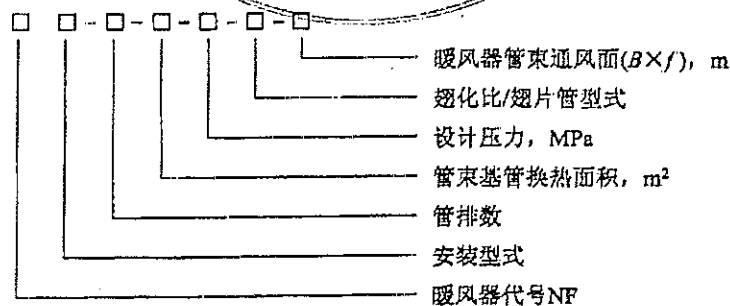


图 1 管束型号的表示方法

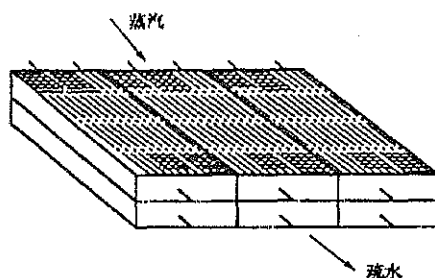
3.1.2 安装形式

暖风器的安装形式按管束在风道中的布置方式定型。

I 型：管束水平布置在垂直风道中，见图 2。

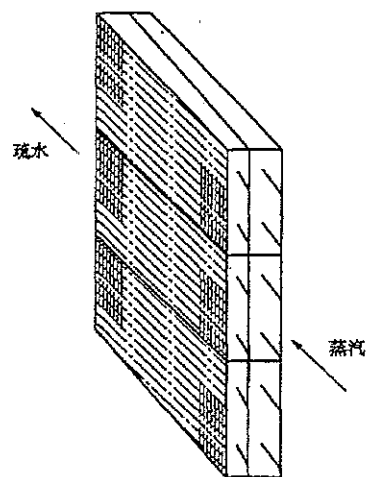
II 型：管束侧立布置在水平风道中，见图 3。

III 型：管束垂直布置在水平风道中，见图 4。



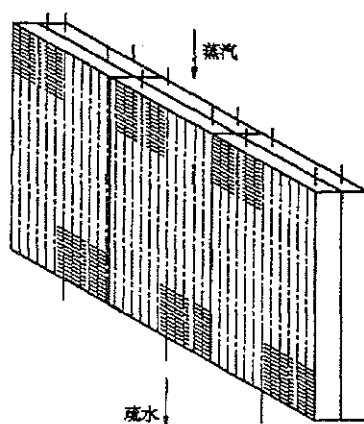
注：该图表示两片暖风器串联为一组，三组并联安装于垂直布置的风道中。

图 2 I 型暖风器安装形式



注：该图表示两片暖风器串联为一组，三组并联安装于水平布置的风道中。

图 3 II 型暖风器安装形式



注：该图表示两片暖风器串联为一组，三组并联安装于水平布置的风道中。

图 4 III 型暖风器安装形式

3.1.3 基管换热面积

基管换热面积：以两管板之间的管长为基准的基管外表面积。

3.1.4 翅化比

翅化比：翅片管表面积与基管外表面积的比值。

翅片管表面积：以两管板之间的管长为基准的与空气接触的翅片管外表面积。

3.1.5 示例

水平安装在垂直风道中；2 管排；基管换热面积为 8.1m^2 ；设计压力为 1.2MPa ；翅化比为 21，双金

属翅片管：管束宽为 1220mm，有效管长为 2800mm 的暖风器管束型号为：NFI-2-8.1-1.2-21/DR-1.1×2.8。

3.2 结构

3.2.1 暖风器由一个或一个以上的管束组成，其进汽口与疏水口用法兰或焊接形式连接在系统相应的管道上。

3.2.2 暖风器 I 型结构形式见图 5，II 型疏水管设在管箱一侧的最低点，III 型疏水管设在管箱中间位置，其余结构同图 5。

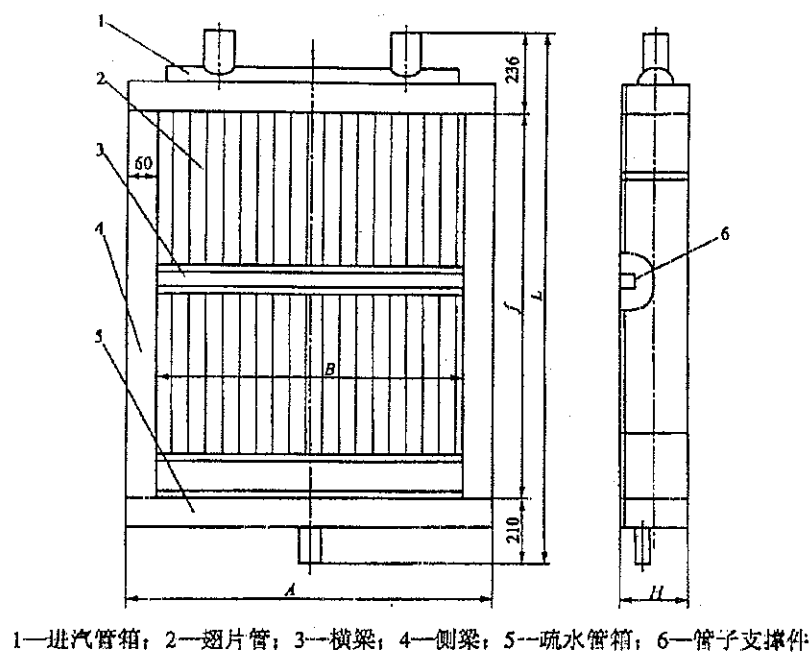


图 5 暖风器结构形式

3.2.3 管束尺寸系列见表 1 及图 5，换热管有效长度 f 不大于 6m。表中 n 表示管排数，每一排管即为一个管排数。

3.2.4 翅片管主要有四种形式，见图 6。

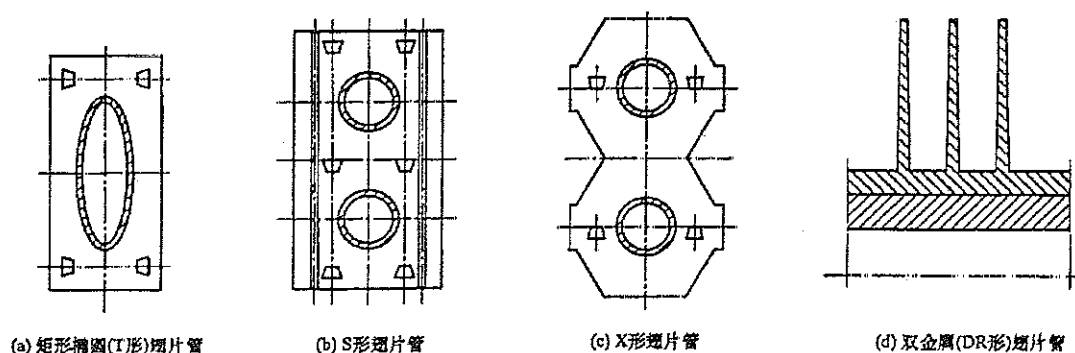


图 6 翅片管主要形式

3.2.5 暖风器管箱有四种典型结构形式，见图 7。

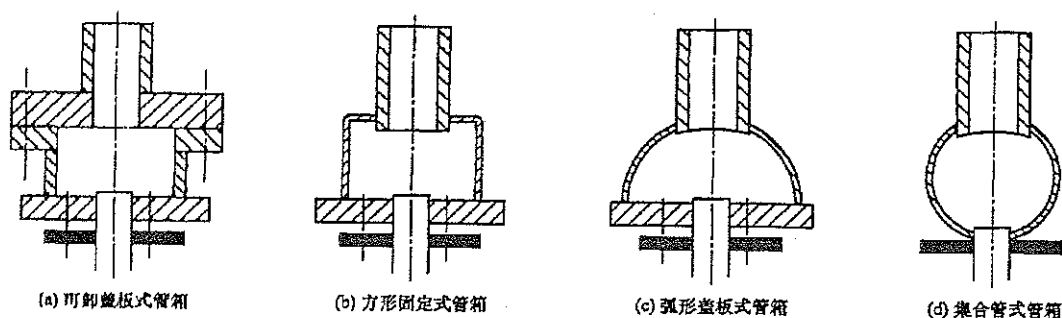


图7 管箱典型结构形式

表1 管束尺寸系列

项 目	管 排 数				
	n				
矩形椭圆 (T形) 翅片管	2	3	4	5	6
S形翅片管	1	2	3	4	5
X形翅片管	1	2	3	4	5
双金属 (DR形) 翅片管	1	2	3	4	5
长度 L mm	$\geq 446+f$				
宽度 A mm	≤ 1500				
高度 H mm	200	240	260	320	350

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 暖风器制造除符合本标准外,还应遵守按规定程序批准的图样、技术文件和供需双方协商的其他要求。

4.1.2 暖风器疏水端应设计为可自由热胀冷缩的结构形式。

4.1.3 I型暖风器在设计 and 制造时,疏水端应向下倾斜 1.5° 以上,便于疏水畅通。

4.1.4 除用户要求外,暖风器应配制与风道连接的配对风道法兰。

4.1.5 暖风器管束的最高点应设置排气口。

4.1.6 暖风器结构形式应便于维修与更换。

4.1.7 暖风器进出口风温和空气阻力应符合技术协议的要求。

4.2 材料

4.2.1 暖风器所用材料应符合现行有关材料标准和图样规定。

4.2.2 受压元件材料按 GB 150—1998 有关规定。

4.2.3 受压元件焊接材料的含碳量不大于 0.25%,除非另有规定。

4.2.4 管箱的管程隔板或加强板一般与管箱材料相同。

4.3 管束

4.3.1 焊接

4.3.1.1 受压部位的焊接应符合 GB 150—1998 中 10.3、10.5 及 JB/T 4709、DL/T 869 的有关规定。

4.1.1.2 管箱所有受压焊缝应全焊透，并宜采用双面焊，当无法采用双面焊时也应单面焊双面成形。

4.1.1.3 可卸盖板式管箱的隔板及加强板应沿着三条边缘的全长度从双面进行焊接。

4.1.2 翅片管

4.1.2.1 翅片管基管应逐根采用超声波或涡流探伤。

4.1.2.2 翅片管不应有裂纹、倒塌缺陷。

4.1.2.3 翅片管每米管长的片数允差为 $\pm 0.5\%$ ，翅片管外径的允差为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

4.1.2.4 基管两端焊接表面应除锈，露出金属光泽。

4.1.2.5 除双金属翅片管外，其他形式的翅片管表面应镀锌防腐，翅片与基管之间的缝隙应填充饱满。其指标按附录 A 的 A.3 的规定。

4.1.2.6 制造厂应对翅片管的传热性能进行抽查。单管传热性能试验方法按 JB/TQ 537 的规定进行。单管传热性能试验每 500 根抽查一根，不足 500 根者按 500 根计算。如抽查不合格应加倍检查，仍不合格时，应逐根检查。

4.1.2.7 单管传热性能试验在管内介质为 110°C 的饱和水蒸气，空气入口温度为 20°C ，截面质量流量为 $30\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 的条件下，翅片管的传热系数应不小于表 2 的规定。

表 2 翅片管传热系数

翅片管参数	矩形椭圆翅片管	S 形翅片管	X 形翅片管	双金属翅片管
基管尺寸	$\phi 28 \times 2.0$ 轧制	$\phi 16 \times 2.0$ (2 根)	$\phi 25 \times 2.5$ (2 根)	$\phi 25 \times 2.5$
翅片最大尺寸	55×25	76×38	107×53	$\phi 57$
翅片间距	4.0	4.0	4.0	3.2
传热系数 $W/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$	355	723	645	814

4.1.3 管束组装

4.1.3.1 翅片管与管板的连接一般采用强度焊接，并保证强度和密封要求。

4.1.3.2 翅片管与管板的连接也可采用胀焊并用，其要求按照 GB/T 15386—1994 中 6.1.4 翅片管与管板的连接规定。椭圆翅片管如采用胀焊并用，两端则需要复圆处理。

4.1.3.3 翅片管有效长度大于 1.8m 时，应进行定位支撑，且支撑件间距不应超过 1.8m ，同时不得阻碍翅片管的自由伸缩。

4.1.4 侧集与横集

按照 GB 50205—2001 第 5 章的 5.1~5.2 和第七、第八章的有关规定。

4.1.5 组装公差

4.1.5.1 接管位置尺寸允许偏差 δ 见图 8 和图 9。

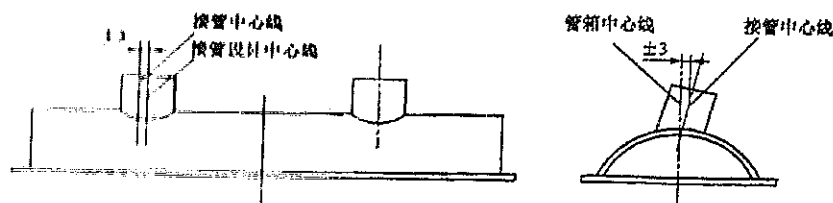


图 8 接管形位偏差

4.1.5.2 管束外形尺寸公差按 GB/T 1804 规定。

4.1.5.3 管束平面内对角线之差 e ：当 $f \leq 3\text{m}$ 时， $e \leq 4\text{mm}$ ；当 $f > 3\text{m}$ 时， $e \leq 5\text{mm}$ 。

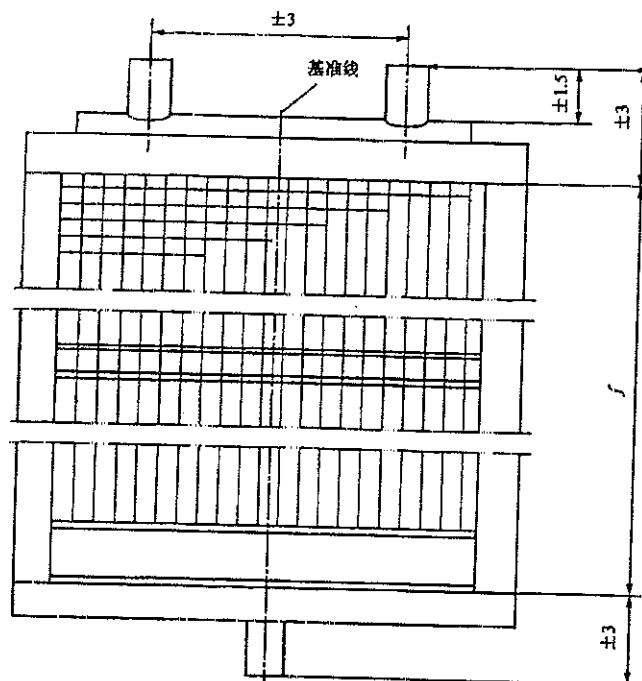


图9 接管位置偏差

5 试验方法与验收规则

5.1 一般规定

暖风器应经制造厂检验或制造厂与需方代表共同检验验收，检验合格后才能出厂。

5.2 质量控制

5.2.1 所有受压零部件的焊缝表面均应进行外观检查。焊缝及热影响区表面不允许有裂纹，不应有气孔、弧坑和夹渣等。局部咬边深度不大于 0.5mm，咬边连续长度不大于 100mm，每条焊缝咬边总长度不大于该焊缝长的 10%。

5.2.2 管箱焊缝应采用无损检测或按图样规定。

5.2.3 镀锌层的测定方法按附录 A 的 A.5.1~A.5.2 执行。

5.3 水压试验

5.3.1 管束装配焊接完工后，应按图样要求进行水压试验。

5.3.2 试验必须用两个量程相同，并经过校正的压力表，量程为试验压力的 2 倍左右为宜，但不应低于 1.5 倍和高于 4 倍的试验压力。

5.3.3 试验所采用的水应满足管束材质的要求，并且水温不低于 5℃。

5.3.4 试验压力为 1.5 倍的设计压力或按图样规定。

5.3.5 试验时，管束最高点设置排气口，充水时将内腔空气排尽。试验过程中，应保持观察表面的干燥。

5.3.6 试验时压力应缓慢上升，达到规定试验压力后，保压时间一般不少于 30min，然后将压力降至规定试验压力的 80%，以对所有焊接接头和连接部位进行检查。

5.3.7 试验合格标准为所有受压部位的焊缝无渗漏，所有受压部位无可见的异常变形。

5.3.8 试压完毕，应将管束内腔的水放出，并用压缩空气吹干。

0 标志、油漆、包装、运输

0.1 标志

0.1.1 铭牌应固定在每个管束的显著位置。

0.1.2 铭牌应标明下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 设计温度 (℃)；
- d) 设计压力 (MPa)；
- e) 换热面积 (m²)；
- f) 外形尺寸：L×A×H；
- g) 水压试验压力 (MPa)；
- h) 产品质量 (kg)；
- i) 制造厂名称；
- j) 产品编号；
- k) 制造日期。

0.2 油漆

0.2.1 油漆或其他涂料应在水压试验合格后进行。

0.2.2 油漆方法及其他要求按 JB/T 4711 的规定。

0.2.3 管束表面除镀锌部分和双金属翅片管外，其他部位涂一道防锈漆，防锈漆干燥后再涂耐热面漆两道，常温下每道漆干燥不少于 24h。

0.2.4 涂漆前，必须对金属表面进行预处理，清除油污、铁锈、焊接飞溅和其他影响质量的杂物。

0.2.5 漆膜质量应是漆膜干透后牢固地黏附在被涂金属表面上，外观应光亮、颜色一致，不得有气泡、剥落、皱皮、黏附颗粒杂质、流痕和明显刷痕等缺陷。

0.2.6 有特殊防腐要求的暖风器应按技术协议对管束表面进行相应的防腐处理。

0.3 包装、运输

0.3.1 包装运输应符合 JB/T 4711 的规定。

0.3.2 装箱前设备应保持清洁、干燥。

0.3.3 对运输和随后的储存中暴露在大气中的机械加工表面，应使用易于去除的防锈剂保护。

0.3.4 对接接口或按用户需要设置的法兰必须采取防护措施，防止异物进入设备。

0.3.5 管束采用箱式包装时，对箱体材料要求具有足够的刚性，能保证正常的多次装卸和运输。此外，箱体应有防潮、防雨措施。

0.3.6 为了便于运输，应对包装箱、件做标识。

0.3.7 出厂资料应用防潮文件袋装好，放入规定的包装箱内。出厂资料应包括：

- a) 产品安装使用说明书；
- b) 产品合格证书；
- c) 设备安装总图；
- d) 水压试验报告；
- e) 无损检测要求与结果；
- f) 主要受压元件的材质证明。

附录 A

(规范性附录)

热浸镀锌层的技术要求和试验方法

A.1 基本内容

本附录 A 规定了暖风器的换热元件采用热浸镀锌层的镀层要求、安全要求、试验方法与验收准则。

A.2 镀覆用锌

镀锌材料应符合 GB 470 的要求,在镀锌过程中,熔融锌中的杂质总含量应符合 GB/T 13912—2002 的 4.3 的要求。

A.3 镀层的要求

A.3.1 镀层覆盖量

任意单个翅片镀层覆盖量不小于 250g/m^2 。

A.3.2 厚度

A.3.2.1 翅片镀层质量与厚度的换算(假设镀层密度为 7.2g/cm^3)公式为:

$$e = m_A / 7.2 \quad (\text{A.1})$$

式中:

e ——镀锌厚度, μm ;

m_A ——单位表面积的镀层质量, g/m^2 。

A.3.2.2 翅片镀层的覆盖量和厚度的关系见表 A.1。螺纹上的镀锌层不应切削、液压或精密加工,螺母上的螺纹可以在镀锌后攻丝。

表 A.1 镀层的覆盖量和厚度的关系

翅片厚度 mm	局部值(不小于)		平均值(不小于)	
	覆盖量 g/m^2	厚度 μm	覆盖量 g/m^2	厚度 μm
0.3~1.0	250	35	325	45

A.3.3 外观

镀层应牢固地附着在基体表面,在正常工作条件下应没有剥落和起皮现象。镀层外表面应平滑,无瘤瘤、粗糙和锌刺,无起皮、漏镀和残留的溶剂渣,不应有锌瘤和锌灰。

A.4 安全要求

翅片管热浸镀锌生产的安全要求应符合 GB/T 13912—2002 的附录 D 的规定。

A.5 试验方法与验收准则

A.5.1 镀层厚度试验方法

A.5.1.1 翅片镀层厚度的测量应在离边缘不少于 10mm 的区域内。

A.5.1.2 在每个不小于 1000mm^2 的基本测量面内,应至少取 5 个测量点测厚,其算术平均值即为该基

本测量面的镀层局部厚度。

A 5.1.3 镀层厚度采用磁性法测量（磁测厚仪精度不低于 0.1）。测量按 GB/T 4956 的要求进行。

A 5.2 镀层覆盖量测定

镀层覆盖量按 GB/T 13825 的规定测定。抽样用于镀层厚度试验的样本要从每一检查批中随机抽取，应遵守 A 2 的要求从每一检查批中抽取不少于最小数量的制件组成样本。

表 A 2 按批的大小确定样本大小

翅 片 数 量	样本所需翅片的最小数量
≤ 10000	8
> 10000	20

A 5.3 验收准则

A 5.3.1 目查外观，应符合 A.3.3 的要求。

A 5.3.2 按 A.5.2 的要求所测的镀层厚度应满足表 A 1 的要求。如果不符合，则应在该批制件中双倍取样，若仍不符合要求，则视为该批不合格。