行 业 标 准

YS /T XXXX－XX《电磁屏蔽用压延铜箔》

（讨论稿）编 制 说 明

《电磁屏蔽用压延铜箔》标准起草小组

二○一八年九月

行业标准《电磁屏蔽用压延铜箔》

（讨论稿）编制说明

1. 工作简况

1、任务来源

随着现代高新技术的发展，电磁波引起的电磁干扰（EMI）与电磁兼容（EMC）问题日益突出，采用高效的电磁屏蔽材料，保证人、环境、信息的安全，对社会生活、经济建设和国防建设具有重大意义。压延铜箔作为电磁屏蔽体的主要材料，主要作用为屏蔽和散热，其生产技术的发展和性能参数将直接影响电磁屏蔽效果，对我国电子信息工业、汽车工业、智能设备制造等具有重要影响。

目前国外压延铜箔的生产企业主要有：日本日矿金属(Nippon mining)、日本福田金属箔粉公司（Fukuda）、日立电线公司（Hitachi cable）、美国奥林黄铜(Olin Brass)等。国内有山东天和压延铜箔有限公司、灵宝金源朝辉铜业有限公司等逐渐开展电磁屏蔽用压延铜箔的研发与生产，形成规模化、行业化，且市场需求强劲。国内主要生产电磁屏蔽材料企业有昆山汉品、深圳美信、苏州世华等近百家，对压延铜箔的使用及工艺性能具备深入的了解和掌握。在生产企业和使用企业建立稳定供需关系的基础上，可共同对压延铜箔行业标准的技术内容和指标进行确定。本标准制订的目的主要是规范电磁屏蔽用压延铜箔的生产与供货，为电磁屏蔽专用压延铜箔生产企业提供质量控制依据，而且为电磁屏蔽材料生产企业采购专用压延铜箔提供参考依据。

根据工信厅科〔2018〕31号文件，项目编号“2018-0511T-YS”）《 电磁屏蔽用压延铜箔》行业标准由山东天和压延铜箔有限公司、灵宝金源朝辉铜业有限公司负责起草。

2、承担单位简况

山东天和压延铜箔有限公司为菏泽广源集团核心企业。依托集团公司近30年铜带箔技术积累、人才积累和生产研发平台技术创新能力，引进了世界先进水平的高精电子压延铜箔生产设备和尖端实验检测仪器，建成了国内首条高精电子压延铜箔生产线，主要生产厚度0.006mm以上、宽度650mm以内的高精电子压延铜箔，年生产能力5000吨，是集高精电子压延铜箔产品生产、研发、销售、服务为一体的专业化生产企业。研发的压延铜箔生产新工艺取得了国家专利授权，产品替代进口，填补了国内空白。高精电子压延铜箔具有高传导性、高弯曲性、高耐化学性等特点，是制作挠性印制电路板、锂离子电池和电磁屏蔽等高端电子信息产品的功能性新材料，广泛应用于军工、航空航天、通讯、医疗器械以及办公智能化等高端信息化、智能化领域。

菏泽广源集团于2000年始参加国家及有色金属行业技术标准起草工作，拥有国家标准起草资格人员7人，负责及参与起草国家标准8项，行业标准5项，具有丰富的国家行业标准起草经验。企业压延铜箔实验室面积3000平方米，配备国际先进水平的高精度检测仪器，包括进口SPECTRO LAB直读光谱仪、Thermo ICAP6300 ICP光谱仪、日本电子扫描电子显微镜、Axio Observer.A1m金相显微镜、DDS-307电导率仪、万能拉伸试验机、附带恒温箱万能试验仪、耐折性测试仪、附着力测试仪、表面粗糙度仪等30多套台，价值近2000万元。一流完善的物理性能检测及工艺性能测试设备，可满足电磁屏蔽用压延铜箔的各项性能检测需求。

3、主要工作过程

由于时间紧，任务重，标准制订计划任务正式下达后，立即成立了标准编制组，并落实起草任务，确定标准的主要起草人，拟定该标准的工作计划。具体分工为：菏泽广源集团山东天和压延铜箔有限公司总负责、市场和同行业信息收集、资料汇总及执笔；灵宝金源朝辉铜业有限公司负责补充市场信息和标准数据的验证。各企业分工明确，紧密合作，共同完成标准的制订工作。

1. 标准编制原则和确定标准主要内容的论据

1、标准编制原则

（1）本标准按照GB/T1.1-2009《标准化工作导则第一部分：标准的结构和编写规则》的要求进行编写，并符合TCS2009《中国标准编写模板》国家标准的电子文本要求。

（2）标准由国内压延铜箔生产厂家联合制定，参考IPC-4562A 标准的技术指标，确定标准中箔材的力学性能指标，反映了国内生产企业的先进生产技术，产品质量标准达到国际领先水平，便于指导生产，易于应用。

（3）满足国内外客户对产品的技术需求。

2、确定标准主要内容的论据

2.1标准题目与适用范围

2.1.1本标准立项名称为“压延铜箔”，英文名为“Rolled Copper Foil”，在标准征求意见的过程中未提出其他建议，仍确定为此项标准的名称。

2.1.2规定了本标准适用范围，本标准适用于电磁屏蔽用压延铜箔，以利于用户选用。

2.2要求

2.2.1产品分类

产品分类是对电磁屏蔽用压延铜箔产品的牌号、状态、规格应符合的规定。

同时规定了产品标记办法。相关情况分别说明如下：

1. 我国目前生产的压延铜箔是以标称厚度、宽度来划分不同的规格。
2. 通过调研，国内目前在电磁屏蔽用压延铜箔产品的实际应用中，主要有4个牌号，分别为TU1、TU2、TU1、T2 ，产品的供货状态为软态(O60)。因此，确定本标准的牌号为4个，软态为本标准唯一状态。
3. 规格型号：根据目前市场需求现状，确定本标准尺寸规格为：厚度10～70μm，宽度250～650mm；经供需双方协商，也可供应其他状态、规格的产品。
4. 产品标示方法：按产品名称、本标准编号、牌号（或代号）、状态、厚度和宽度的顺序表示。标记示例如下：

用T2（T11050）制造的、软态（O60）、厚度为18um、宽度为600mm的压延铜箔标记为：

铜箔 YS/T XXX-T2 O60-18×600

或 铜箔 YS/T XXX-T11050 O60-18×600

2.2.2化学成分

化学成分的规定见表1。

表1 化学成分

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 代号 | 化学元素（质量分数%） | | | | | | |
| Cu+Ag | P | Fe | Pb | Sn | Ni | S |
| TU1 | T10150 | ≥99.97 | 0.002 | 0.004 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.004 |
| TU2 | T10180 | ≥99.97 | 0.002 | 0.004 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.004 |
| T1 | T10900 | ≥99.95 | 0.001 | 0.005 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.005 |
| T2 | T11050 | ≥99.90 | -- | 0.005 | 0.005 | -- | -- | 0.005 |

2.2.3尺寸偏差

单位面积质量是衡量压延铜箔尺寸均匀性的重要指标之一，按《印制板用铜箔试验方法》GB/T 29847-2013中6.4的方法进行测量。统计10μm、12μm、18μm、20μm、25μm、35μm、50μm、70μm八种常用规格的单位面积质量数据，每个规格共70组数据，得出中值及偏差范围。牌号TU1、TU2、T1、T2的化学成分相差很小，单位面积质量差别忽略不计。

厚度10μm的单位面积质量数据统计如表2所示，数据分布直方图如图1所示。

表2 10μm单位面积质量频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [82.5,83.5] | 83 | 5 | 0.07 |
| 2 | (83.5,84.5] | 84 | 7 | 0.10 |
| 3 | (84.5,85.5] | 85 | 15 | 0.21 |
| 4 | (85.5,86.5] | 86 | 23 | 0.33 |
| 5 | (86.5,87.5] | 87 | 11 | 0.16 |
| 6 | (87.5,88.5] | 88 | 6 | 0.09 |
| 7 | (88.5,89.5] | 89 | 3 | 0.04 |



图1 10μm单位面积质量频数直方图

由图表可知，10μm的单位面积质量≥82.5g/m2，均介于82.5～89.5g/m2之间，86g/m2为中值，公差范围为中值的±4.0%，指标制定合理，属于成熟产品。

厚度12μm的单位面积质量数据统计如表3所示，数据分布直方图如图2所示。

表3 12μm单位面积质量频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [98,100] | 99 | 8 | 0.11 |
| 2 | (100,102] | 101 | 12 | 0.17 |
| 3 | (102,104] | 103 | 28 | 0.40 |
| 4 | (104,106] | 105 | 17 | 0.24 |
| 5 | (106,108] | 107 | 5 | 0.07 |

****

图2 12μm单位面积质量频数直方图

由图表可知，12μm的单位面积质量≥98g/m2，均介于98～108g/m2之间，103g/m2为中值，公差范围为中值的±4.0%，指标制定合理，属于成熟产品。

厚度18μm的单位面积质量数据统计如表4所示，数据分布直方图如图3所示。

表4 18μm单位面积质量频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [149,151] | 150 | 5 | 0.07 |
| 2 | (151,153] | 152 | 6 | 0.09 |
| 3 | (153,155] | 154 | 10 | 0.14 |
| 4 | (155,157] | 156 | 23 | 0.33 |
| 5 | (157,159] | 158 | 12 | 0.17 |
| 6 | (159,161] | 160 | 8 | 0.11 |
| 7 | (161,163] | 162 | 6 | 0.09 |



图3 18μm单位面积质量频数直方图

由图表可知，18μm的单位面积质量≥149g/m2，均介于149～163g/m2之间，156g/m2为中值，公差范围为中值的±4.0%，指标制定合理，属于成熟产品。

厚度20μm的单位面积质量数据统计如表5所示，数据分布直方图如图4所示。

表5 20μm单位面积质量频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [164,167] | 165.5 | 5 | 0.07 |
| 2 | (167,170] | 168.5 | 11 | 0.16 |
| 3 | (170,173] | 171.5 | 13 | 0.19 |
| 4 | (173,176] | 174.5 | 29 | 0.41 |
| 5 | (176,179] | 177.5 | 9 | 0.13 |
| 6 | (179,182] | 180.5 | 3 | 0.04 |



图4 20μm单位面积质量频数直方图

由图表可知，20μm的单位面积质量≥164g/m2，均介于164～182g/m2之间，173g/m2为中值，公差范围为中值的±5.0%，指标制定合理，属于成熟产品。

厚度25μm的单位面积质量数据统计如表6所示，数据分布直方图如图5所示。

表6 25μm单位面积质量频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [210,214] | 212 | 9 | 0.13 |
| 2 | (214,218] | 216 | 9 | 0.13 |
| 3 | (218,222] | 220 | 19 | 0.27 |
| 4 | (222,226] | 224 | 16 | 0.23 |
| 5 | (226,230] | 228 | 9 | 0.13 |
| 6 | (230,234] | 232 | 8 | 0.11 |



图5 25μm单位面积质量频数直方图

由图表可知，25μm的单位面积质量≥210g/m2，均介于210～234g/m2之间，222g/m2为中值，公差范围为中值的±5.0%，指标制定合理，属于成熟产品。

厚度35μm的单位面积质量数据统计如表7所示，数据分布直方图如图6所示。

表7 35μm单位面积质量频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [295,299] | 297 | 5 | 0.07 |
| 2 | (299,303] | 301 | 6 | 0.09 |
| 3 | (303,307] | 305 | 6 | 0.09 |
| 4 | (307,311] | 309 | 16 | 0.23 |
| 5 | (311,315] | 313 | 20 | 0.29 |
| 6 | (315,319] | 317 | 7 | 0.10 |
| 7 | (319,323] | 321 | 6 | 0.09 |
| 8 | (323,327] | 325 | 4 | 0.06 |



图6 35μm单位面积质量频数直方图

由图表可知，35μm的单位面积质量≥295g/m2，均介于295～327g/m2之间，311g/m2为中值，公差范围为中值的±5.0%，指标制定合理，属于成熟产品。

厚度50μm的单位面积质量数据统计如表8所示，数据分布直方图如图7所示。

表8 50μm单位面积质量频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [421,429] | 425 | 4 | 0.06 |
| 2 | (429,437] | 433 | 15 | 0.21 |
| 3 | (437,445] | 441 | 13 | 0.19 |
| 4 | (445,453] | 449 | 22 | 0.31 |
| 5 | (453,461] | 457 | 11 | 0.16 |
| 6 | (461,469] | 465 | 5 | 0.07 |



图7 50μm单位面积质量频数直方图

由图表可知，50μm的单位面积质量≥421g/m2，均介于421～469g/m2之间，445g/m2为中值，公差范围为中值的±5.0%，指标制定合理，属于成熟产品。

厚度70μm的单位面积质量数据统计如表9所示，数据分布直方图如图8所示。

表9 35μm单位面积质量频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [591,599] | 595 | 5 | 0.07 |
| 2 | (599,607] | 603 | 7 | 0.10 |
| 3 | (607,615] | 611 | 7 | 0.10 |
| 4 | (615,623] | 619 | 10 | 0.14 |
| 5 | (623,631] | 627 | 22 | 0.31 |
| 6 | (631,639] | 635 | 8 | 0.11 |
| 7 | (639,647] | 643 | 7 | 0.10 |
| 8 | (647,655] | 651 | 4 | 0.06 |



图8 70μm单位面积质量频数直方图

由图表可知，70μm的单位面积质量≥591g/m2，均介于591～655g/m2之间，623g/m2为中值，公差范围为中值的±5.0%，指标制定合理，属于成熟产品。

因此，单位面积质量及偏差范围见表10。

表10 单位面积质量（单位：g/m2）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 厚度  um | 单位面积质量  g/m2 | 单位面积质量及厚度  最大允许偏差 |
| TU1  TU2  T1  T2 | 10 | 86 | ±4.0% |
| 12 | 103 |
| 18 | 156 |
| 20 | 173 | ±5.0% |
| 25 | 222 |
| 35 | 311 |
| 50 | 445 |
| 70 | 623 |
| 注：除非供需双方另有规定，铜箔的实际厚度用单位面积质量表征。 | | | |

2.2.4室温力学性能

力学性能是衡量电磁屏蔽用压延铜箔的重要指标之一，关乎电磁屏蔽产品的生产通过性及整体寿命。力学性能可以通过拉伸试验进行测试，测得抗拉强度和延伸率。基于生产实际情况和客户不同侧重点需求，对现有产品抽样实测，由于TU1、TU2、T1、T2四种牌号的性能一致，因此按厚度规格分为六档：10~18μm（不含18μm）性能近似，归为一档；18μm~25μm（不含25μm）性能近似，归为一档；25μm~35μm（不含35μm）性能近似，归为一档；35μm~50μm（不含50μm）性能近似，归为一档；50μm~70μm（不含70μm）性能近似，归为一档；70μm单独归为一档。

10～18μm（不含18μm）采用10μm、12μm、15μm各30组数据，共计90组数据进行统计分析。

数据统计如表11及表12所示，数据分布直方图如图9及图10所示。

表11 10~18μm（不含18μm）抗拉强度频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [103,113] | 108 | 17 | 0.19 |
| 2 | (113,123] | 118 | 19 | 0.21 |
| 3 | (123,133] | 128 | 25 | 0.28 |
| 4 | (133,143] | 138 | 14 | 0.16 |
| 5 | (143,153] | 148 | 8 | 0.09 |
| 6 | (153,163] | 158 | 7 | 0.08 |

表12 10~18μm（不含18μm）延伸率频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [3.0,4.0] | 3.5 | 37 | 0.41 |
| 2 | (4.0,5.0] | 4.5 | 34 | 0.38 |
| 3 | (5.0,6.0] | 5.5 | 19 | 0.21 |



图9 10~18μm（不含18μm）抗拉强度频数直方图



图10 10~18μm（不含18μm）延伸率频数直方图

由图表可知，10~18μm（不含18μm）厚度压延铜箔抗拉强度均在103MPa以上，大部分分布于113MPa~143MPa之间，鉴于客户方要求和生产加工率可选择余地大，抗拉强度可不设定上限；延伸率都在3.0%以上，大部分介于3.0%~5.0%之间。因此10~18μm（不含18μm）材料抗拉强度≥103MPa，延伸率≥3.0%，指标制定合理，属于成熟产品。

18～25μm（不含25μm）采用18μm、20μm、22μm各30组数据，共计90组数据进行统计分析。

数据统计如表13及表14所示，数据分布直方图如图11及图12所示。

表13 18~25μm（不含25μm）抗拉强度频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [120,130] | 125 | 13 | 0.14 |
| 2 | (130,140] | 135 | 16 | 0.18 |
| 3 | (140,150] | 145 | 14 | 0.16 |
| 4 | (150,160] | 155 | 22 | 0.24 |
| 5 | (160,170] | 165 | 15 | 0.17 |
| 6 | (170,180] | 175 | 10 | 0.11 |

表14 18~25μm（不含25μm）延伸率频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [5.0,6.0] | 5.5 | 17 | 0.19 |
| 2 | (6.0,7.0] | 6.5 | 22 | 0.24 |
| 3 | (7.0,8.0] | 7.5 | 24 | 0.27 |
| 4 | (8.0,9.0] | 8.5 | 17 | 0.19 |
| 5 | (9.0,10.0] | 9.5 | 10 | 0.11 |



图11 18~25μm（不含25μm）抗拉强度频数直方图



图12 18~25μm（不含25μm）延伸率频数直方图

由图表可知，18~25μm（不含25μm）厚度压延铜箔抗拉强度均在120MPa以上，大部分分布于140MPa~170MPa之间，鉴于客户方要求和生产加工率可选择余地大，抗拉强度可不设定上限；延伸率都在5.0%以上，大部分介于6.0%~9.0%之间。因此18~25μm（不含25μm）厚度压延铜箔抗拉强度≥120MPa，延伸率≥5.0%，指标制定合理，属于成熟产品。

25～35μm（不含35μm）采用25μm、30μm、32μm各30组数据，共计90组数据进行统计分析。

数据统计如表15及表16所示，数据分布直方图如图13及图14所示。

表15 25~35μm（不含35μm）抗拉强度频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [135,145] | 140 | 9 | 0.10 |
| 2 | (145,155] | 150 | 12 | 0.13 |
| 3 | (155,165] | 160 | 10 | 0.11 |
| 4 | (165,175] | 170 | 17 | 0.19 |
| 5 | (175,185] | 180 | 21 | 0.23 |
| 6 | (185,195] | 190 | 14 | 0.16 |
| 7 | (195,205] | 200 | 7 | 0.08 |

表16 25~35μm（不含35μm）延伸率频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [7.0,8.0] | 7.5 | 18 | 0.20 |
| 2 | (8.0,9.0] | 8.5 | 30 | 0.33 |
| 3 | (9.0,10.0] | 9.5 | 18 | 0.20 |
| 4 | (10.0,11.0] | 10.5 | 16 | 0.18 |
| 5 | (11.0,12.0] | 11.5 | 8 | 0.09 |



图13 25~35μm（不含35μm）抗拉强度频数直方图



图14 25~35μm（不含35μm）延伸率频数直方图

由图表可知，25~35μm（不含35μm）厚度压延铜箔抗拉强度均在135MPa以上，大部分分布于165MPa~185MPa之间，鉴于客户方要求和生产加工率可选择余地大，抗拉强度可不设定上限；延伸率都在7.0%以上，大部分介于7.0%~10.0%之间。因此25~35μm（不含35μm）厚度压延铜箔抗拉强度≥135MPa，延伸率≥7.0%，指标制定合理，属于成熟产品。

35～50μm（不含50μm）采用35μm、40μm、45μm各30组数据，共计90组数据进行统计分析。

数据统计如表17及表18所示，数据分布直方图如图15及图16所示。

表17 35~50μm（不含50μm）抗拉强度频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [150,160] | 155 | 10 | 0.11 |
| 2 | (160,170] | 165 | 18 | 0.20 |
| 3 | (170,180] | 175 | 20 | 0.22 |
| 4 | (180,190] | 185 | 23 | 0.26 |
| 5 | (190,200] | 195 | 10 | 0.11 |
| 6 | (200,210] | 205 | 9 | 0.10 |

表18 35~50μm（不含50μm）延伸率频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [10,11] | 10.5 | 9 | 0.10 |
| 2 | (11,12] | 11.5 | 13 | 0.14 |
| 3 | (12,13] | 12.5 | 21 | 0.23 |
| 4 | (13,14] | 13.5 | 26 | 0.29 |
| 5 | (14,15] | 14.5 | 14 | 0.16 |
| 6 | (15,16] | 15.5 | 7 | 0.08 |



图15 35~50μm（不含50μm）抗拉强度频数直方图



图16 35~50μm（不含50μm）延伸率频数直方图

由图表可知，35~50μm（不含50μm）厚度压延铜箔抗拉强度均在150MPa以上，大部分分布于160MPa~190MPa之间，鉴于客户方要求和生产加工率可选择余地大，抗拉强度可不设定上限；延伸率都在10.0%以上，大部分介于12.0%~14.0%之间。因此35~50μm（不含50μm）厚度压延铜箔抗拉强度≥150MPa，延伸率≥10.0%，指标制定合理，属于成熟产品。

50～70μm（不含70μm）采用50μm、55μm、65μm各30组数据，共计90组数据进行统计分析。

数据统计如表19及表20所示，数据分布直方图如图17及图18所示。

表19 50~70μm（不含70μm）抗拉强度频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [165,175] | 170 | 9 | 0.10 |
| 2 | (175,185] | 180 | 10 | 0.11 |
| 3 | (185,195] | 190 | 19 | 0.21 |
| 4 | (195,205] | 200 | 25 | 0.28 |
| 5 | (205,215] | 210 | 16 | 0.18 |
| 6 | (215,225] | 220 | 11 | 0.12 |

表20 50~70μm（不含70μm）延伸率频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [12,13] | 12.5 | 6 | 0.07 |
| 2 | (13,14] | 13.5 | 13 | 0.14 |
| 3 | (14,15] | 14.5 | 16 | 0.18 |
| 4 | (15,16] | 15.5 | 21 | 0.23 |
| 5 | (16,17] | 16.5 | 19 | 0.21 |
| 6 | (17,18] | 17.5 | 15 | 0.17 |



图17 50~70μm（不含70μm）抗拉强度频数直方图



图18 50~70μm（不含70μm）延伸率频数直方图

由图表可知，50~70μm（不含70μm）厚度压延铜箔抗拉强度均在165MPa以上，大部分分布于185MPa~205MPa之间，鉴于客户方要求和生产加工率可选择余地大，抗拉强度可不设定上限；延伸率都在12.0%以上，大部分介于14.0%~17.0%之间。因此50~70μm（不含70μm）厚度压延铜箔抗拉强度≥165MPa，延伸率≥12.0%，指标制定合理，属于成熟产品。

70μm厚度共计90组数据进行统计分析。

数据统计如表21及表22所示，数据分布直方图如图19及图20所示。

表21 70μm抗拉强度频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [170,180] | 175 | 9 | 0.10 |
| 2 | (180,190] | 185 | 15 | 0.17 |
| 3 | (190,200] | 195 | 20 | 0.22 |
| 4 | (200,210] | 205 | 19 | 0.21 |
| 5 | (210,220] | 215 | 19 | 0.21 |
| 6 | (220,230] | 225 | 8 | 0.09 |

表22 70μm延伸率频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [15,16] | 15.5 | 7 | 0.08 |
| 2 | (16,17] | 16.5 | 11 | 0.12 |
| 3 | (17,18] | 17.5 | 13 | 0.14 |
| 4 | (18,19] | 18.5 | 21 | 0.23 |
| 5 | (19,20] | 19.5 | 18 | 0.20 |
| 6 | (20,21] | 20.5 | 14 | 0.16 |
| 7 | (21,22] | 21.5 | 6 | 0.07 |



图19 70μm抗拉强度频数直方图



图20 70μm延伸率频数直方图

由图表可知， 70μm厚度压延铜箔抗拉强度均在170MPa以上，大部分分布于190MPa~220MPa之间，鉴于客户方要求和生产加工率可选择余地大，抗拉强度可不设定上限；延伸率都在15.0%以上，大部分介于18.0%~20.0%之间。因此70μm厚度压延铜箔抗拉强度≥170MPa，延伸率≥15.0%，指标制定合理，属于成熟产品。

因此，铜箔室温力学性能及偏差范围见表23。

表23 铜箔的室温力学性能

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌 号 | 状 态 | 厚度  μm | 抗拉强度Rm  MPa | 延伸率A50  % |
| TU1  TU2  T1  T2 | O60 | 10 | ≥103 | ≥3.0 |
| 12 |
| 18 | ≥120 | ≥5.0 |
| 20 |
| 25 | ≥135 | ≥7.0 |
| 35 | ≥150 | ≥10.0 |
| 50 | ≥165 | ≥12.0 |
| 70 | ≥170 | ≥15.0 |

2.2.5表面粗糙度

表面粗糙度是指铜箔表面上具有较小间距的峰和谷所组成的微观几何形状特性。压延铜箔因具有双面光的特性，其表面粗糙度用轮廓算术平均偏差（Ra）表示，轮廓算术平均偏差（Ra）是在取样长度内轮廓偏距绝对值的算术平均值，其统计意义是一阶原点的绝对距，在一定程度上反映了轮廓高度相对中线的离散程度。表面粗糙度测试方法采用国标GB/T 29487-2013《 印制板用铜箔试验方法 》第6部分：6.7 表面粗糙度和轮廓度（触针法）。利用直径极小的探针与较大的参考面滑动测头，在施加微小力量下，沿着待测物取样长度中表面起伏，而产生微观的上下移动，在将其移量经由磁性传感器取得数据，经专业软件处理后，即可得到粗糙度数据Ra。本次标准制定过程中对产品表面粗糙度进行了大量的实验测试，测试结果汇总见表24、25、26、27，数据分析见图21、22、23、24。

表24 TU1表面粗糙度频数频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [0.08,0.12] | 0.1 | 9 | 0.13 |
| 2 | (0.12,0.16] | 0.14 | 10 | 0.14 |
| 3 | (0.16,0.20] | 0.18 | 13 | 0.19 |
| 4 | (0.20,0.24] | 0.22 | 20 | 0.29 |
| 5 | (0.24,28] | 0.26 | 12 | 0.17 |
| 6 | (0.28,0.32] | 0.3 | 6 | 0.09 |

表25 TU2表面粗糙度频数频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [0.08,0.12] | 0.1 | 6 | 0.09 |
| 2 | (0.12,0.16] | 0.14 | 12 | 0.17 |
| 3 | (0.16,0.20] | 0.18 | 12 | 0.17 |
| 4 | (0.20,0.24] | 0.22 | 21 | 0.30 |
| 5 | (0.24,28] | 0.26 | 11 | 0.16 |
| 6 | (0.28,0.32] | 0.3 | 8 | 0.11 |

表26 T1表面粗糙度频数频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [0.08,0.12] | 0.1 | 6 | 0.09 |
| 2 | (0.12,0.16] | 0.14 | 9 | 0.13 |
| 3 | (0.16,0.20] | 0.18 | 14 | 0.20 |
| 4 | (0.20,0.24] | 0.22 | 23 | 0.33 |
| 5 | (0.24,28] | 0.26 | 11 | 0.16 |
| 6 | (0.28,0.32] | 0.3 | 7 | 0.10 |

表27 T2表面粗糙度频数频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 中值x′i | 频数ni | 频率fi |
| 1 | [0.08,0.12] | 0.1 | 6 | 0.09 |
| 2 | (0.12,0.16] | 0.14 | 10 | 0.14 |
| 3 | (0.16,0.20] | 0.18 | 15 | 0.21 |
| 4 | (0.20,0.24] | 0.22 | 22 | 0.31 |
| 5 | (0.24,28] | 0.26 | 12 | 0.17 |
| 6 | (0.28,0.32] | 0.3 | 5 | 0.07 |

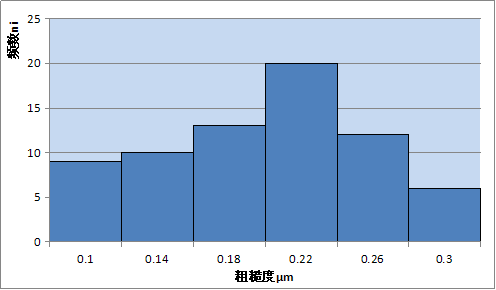


图21 TU1表面粗糙度

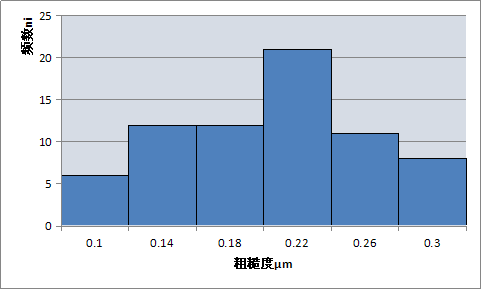


图22 TU2表面粗糙度

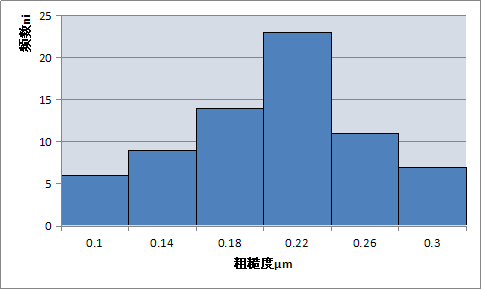


图23 T1表面粗糙度

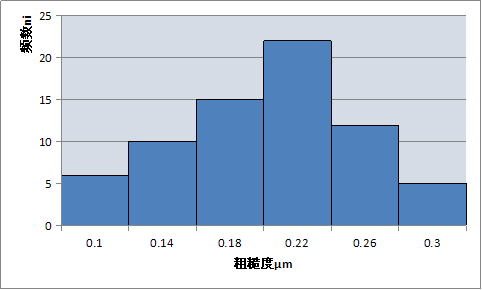


图24 T2表面粗糙度

由图表可知， TU1、TU2、T1、T2牌号的铜箔表面粗糙度Ra均在0.32μm以下，大部分分布于0.16μm~0.24μm之间，鉴于客户方要求和生产加工率可选择余地大，表面粗糙度可不设定下限，因此，铜箔表面粗糙度Ra≤0.32μm，指标制定合理，属于成熟产品。

因此，铜箔表面粗糙度Ra实际测试统计见表28。

表28 表面粗糙度Ra实际测试统计表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 样品数量 | 表面粗糙度检测结果范围/ μm |
| T U1 | O60 | 70 | ≤0.32 |
| T U2 | 70 |
| T1 | 70 |
| T2 | 70 |

2.2.6外观质量

根据生产实际情况，表面缺陷主要有表面氧化变色、划痕、斑点、皱折、压痕、表面不清洁、有异物等缺陷。因此本标准规定了铜箔表面不应有氧化变色、划痕、斑点、皱折、压痕、手印；边缘整齐，无缺口、撕裂、卷偏、折叠及波浪边等影响使用的缺陷。

1. 标准水平分析

本标准是新制定标准，是根据我国实际生产使用情况和结合国内外先进企业产品标准指标制定的，从各项指标看，本标准对电磁屏蔽用压延铜箔的各项性能指标及要求进行了详细、明确的规定，能更好的对产品进行规范，满足产品的适用性，促进电磁屏蔽用压延铜箔的发展。本标准的整体内容达到国际先进水平。

1. 与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准的制定过程、技术指标的选定、检验项目的设置符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

1. 重大分歧意见的处理经过和依据

无

1. 标准作为强制性或推荐性标准的建议

本标准建议作为推荐性行业标准。

1. 贯彻标准的要求和措施建议

本标准是以我国压延铜箔的实际生产现状为基础，结合国内、外订货合同要求，标准全面覆盖了电磁屏蔽用压延铜箔产品的一般要求，建议相关单位组织专项标准宣贯会进行系统学习。本标准发布后，各企业应积极宣传和贯彻，并立即采用新标准订货，以保证产品质量，满足国内、外市场及用户的需要。

1. 废止现行有关标准的建议

无相关标准需要废止。

1. 预期效果

本标准在国内生产企业及国内外用户需求的基础上，参照国内外相关产品标准规范制定的，技术指标先进，具有普遍性、广泛性、适用性、科学性和先进性。本标准发布后，将更好的规范我国电磁屏蔽用压延铜箔产品的性能和技术要求，提高产品在国内、外市场上的竞争力，给生产企业带来较大的经济效益。