

# 铜铝复合排(退火态)扭矩测试报告

测试日期：2018.07.19--2018.07.20

编写：王守辉

审核：刘杰

批准：兰武克

孚信达双金属股份有限公司

## 目录

1. 实验目的.....	1
2. 铜铝复合排规格.....	1
3. 实验设备及工具.....	1
4. 试验方案及步骤: .....	2
5. 参照标准: .....	2
5. 试验步骤.....	3
6. 实验结果.....	4
7. 实验总结及结论.....	7

## 1. 实验目的

测试不同规格的退火态铜铝复合排在规定的扭矩下频繁拆装是否会发生铜铝分层情况。

## 2. 铜铝复合排规格

依据 GB 50149-2010 电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范中母线搭接规定，参照第一种搭接规定如下表所示：

取两支 100（宽）×10（厚）-200（长）退火态排按下图用 4×M16 螺栓搭接；

取两支 80（宽）×10（厚）-200（长）退火态排按下图用 4×M12 螺栓搭接；

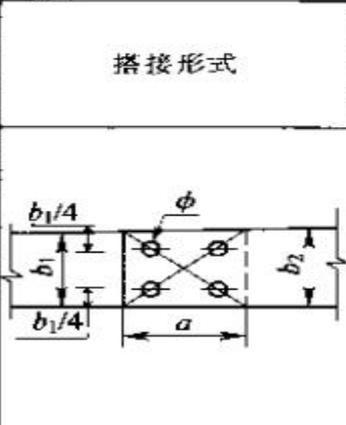
取两支 60（宽）×10（厚）-200（长）退火态排按下图用 4×M10 螺栓搭接；

取两支 50（宽）×10（厚）-200（长）退火态排按下图用 4×M8 螺栓搭接；

取两支 40（宽）×10（厚）-200（长）退火态排按下图用 4×M6 螺栓搭接；

取两支 40（宽）×10（厚）-200（长）退火态排按下图用 4×M5 螺栓搭接；

表 3.2.2 矩形母线搭接规定

搭接形式	类别	序号	连接尺寸 (mm)			钻孔要求		螺栓规格
			$b_1$	$b_2$	$a$	$\phi$ (mm)	个数 (个)	
	直线连接	1	125	125	$b_1$ 或 $b_2$	21	4	M20
		2	100	100	$b_1$ 或 $b_2$	17	4	M16
		3	80	80	$b_1$ 或 $b_2$	13	4	M12
		4	63	63	$b_1$ 或 $b_2$	11	4	M10
		5	50	50	$b_1$ 或 $b_2$	9	4	M8
		6	45	45	$b_1$ 或 $b_2$	9	4	M8

## 3. 实验设备及工具

2.1 设备：金方圆数控母线冲床，数控铣床

2.2 工具：国标扭力扳手 (N.m)



扭力扳手参数表			
型号	PCMH-12	PCMH-60	PCMH-200
扭力范围	2.5-12N·m	10-60N·m	40-200N·m
分度值	0.5N·m	2.5N·m	10N·m
微调值	0.05N·m	0.25N·m	1N·m

2.3 各型号国标 A2 级不锈钢螺栓、平垫、弹垫、瓦垫、螺母

## 4. 试验方案及步骤:

3.1 将做好的实验用排如下图分别装配好;



M5~M16 各 1 组螺栓螺母加平垫、弹垫装配;  
M8~M16 各 1 组螺栓螺母加瓦垫装配  
示例:



40x10 (退火态) M6 螺栓螺母平弹垫组



100x10 (退火态) M16 螺栓螺母平弹垫组 (下)  
和螺栓螺母瓦垫组 (上)

**5. 参照标准:**

《水平连铸铜铝复合排选型加工手册》

《铜铝复合排紧固力矩参数验证》

GB 50149-2010 电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范

GB/T 97.1-2002 平垫圈 A 级

GB/T96.1-2002 大平垫（用于 M16 软态测试）

GB/T 93-1987 标准型弹簧垫圈

GB/T 5781-2000 六角头螺栓全螺纹 C 级

DIN6796-1987 锥形弹性垫圈/瓦垫

**5. 试验步骤**

5.1 将装配好的排用台钳加紧；

5.2 将国标扭力扳手的档位按螺栓规格调到《铜铝复合排紧固力矩参数验证》中的表 9 中 M5 相对应的“紧固力矩值” 3N.m；

表 9 螺栓紧固、检查力矩表

名称	紧固力矩	M5	M6	M8	M10	M12
碳钢 4.8 级	紧固力矩值 (N.m)	---	---	8-11	17-23	30-40
	检查力矩 (N.m)	---	---	6-9	14-19	25-34
碳钢 8.8 级	紧固力矩值 (N.m)	---	8	20	40	70
	检查力矩值 (N.m)	---	6.8	17	34	60
不锈钢螺栓 A2 级	紧固力矩值 (N.m)	3	9	20	40	55
	检查力矩值 (N.m)	2.5	7.5	17	34	46
名称	紧固力矩	M14	M16	M18	M20	
碳钢 4.8 级	紧固力矩值 (N.m)	50-60	78-98	98-127	157-196	
	检查力矩值 (N.m)	42-51	66-83	83-108	133-167	
碳钢 8.8 级	紧固力矩值 (N.m)	90	120	---	---	
	检查力矩值 (N.m)	76	100	---	---	
不锈钢螺栓 A2 级	紧固力矩值 (N.m)	100	150	180	220	
	检查力矩值 (N.m)	85	125	150	185	

5.3 对装配好 40x10-M5 搭接排进行锁紧，当听到“啪”的一声说明扭力扳手将螺栓已经锁紧到设定扭矩值，此时停止。



5.4 用扳手逆时针旋松拆卸各螺栓副；

5.5 每个螺栓副拆卸后间隔 1min 以上，再次重复以上第 5.2 到 5.4 各步骤，如此反复 10 次，最后拆下各螺栓副观察：

5.6 其他规格排对应表 9 中各规格螺栓相对应的“紧固力矩值”重复以上操作。

## 6. 实验结果

6.1 40x10（退火态）-M5--3N.m 实验后：



6.2 40x10（退火态）-M6--9N.m 实验后：



## 6.3 50x10 (退火态) -M8--20N.m 实验后:



50x10 (退火态) M8 螺栓螺母平弹垫组

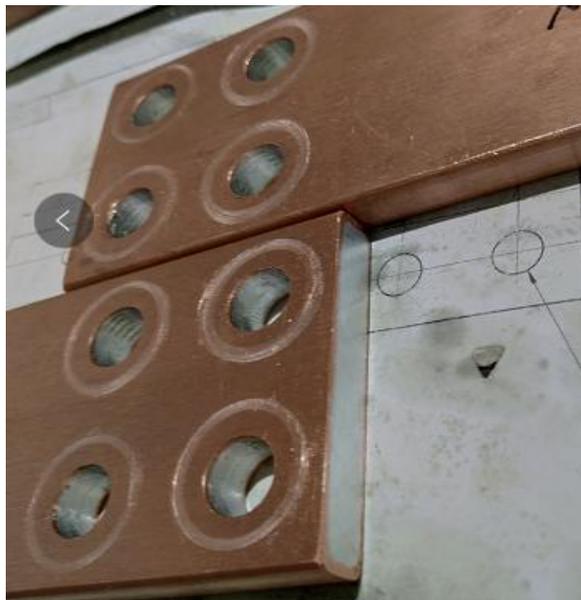


50x10 (退火态) M8 螺栓螺母瓦垫组

## 6.4 60x10 (退火态) -M10--40N.m 实验后:

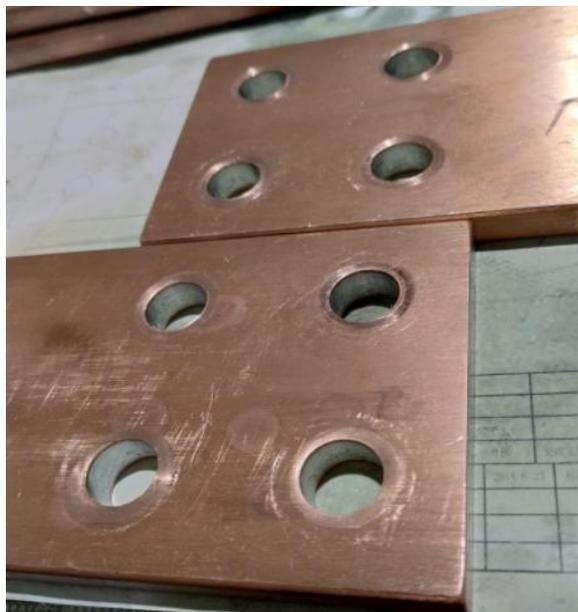


60x10 (退火态) M10 螺栓螺母平弹垫组



60x10 (退火态) M10 螺栓螺母瓦垫组

6.5 80x10 (退火态) -M12--55N.m 实验后:



80x10 (退火态) M12 螺栓螺母平弹垫组



80x10 (退火态) M12 螺栓螺母瓦垫组

6.6 100x10 (退火态) -M16--85N.m 实验后:

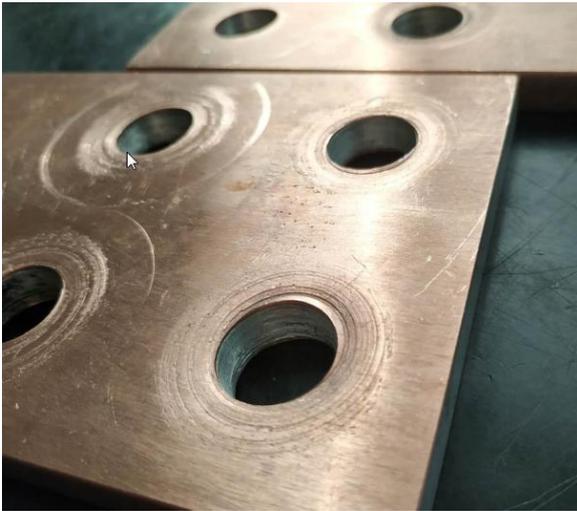


100x10 (退火态) M16 螺栓螺母平弹垫组



100x10 (退火态) M16 螺栓螺母瓦垫组

### 6.7 100x10（退火态）-M16--150N.m 实验后：



100x10（退火态）M16 螺栓螺母平弹垫组  
（GB/T96.1-2002 大平垫）



100x10（退火态）M16 螺栓螺母瓦垫组

## 7. 实验总结及结论

### 7.1 实验总结：

经过以上自 40x10 到 100x10 各规格铜铝复合排（退火态）及 M5 到 M16 螺栓副的扭矩实验可以看出，铜铝复合排（退火态）经过 5.2 项的表 9 中各对应力矩反复 10 次拆装的情况下均未出现铜铝分层现象。

6.7 部分为 2020/03/11 M16 的 150N.m 的 10 次反复拆装的补充实验，其中软态采用 GB/T96.1-2002 大平垫的 M16 平弹垫螺栓副组合方式，从图中可以看出，频繁拆装后对孔内造成一定的划伤，但铜铝层完好并无任何的分层现象。

### 7.2 结论：

经此次实验验证 40x10、50x10、60x10、80x10、100x10 退火态铜铝复合排在此次扭矩实验后铜铝间结合完好；从实验可以看出，单纯的正常反复拆装，不管多大扭力对铜铝之间的结合均无影响。

附：铜铝复合排紧固力矩参数验证表

表 9 螺栓紧固、检查力矩表

名称	紧固力矩	M5	M6	M8	M10	M12
碳钢 4.8 级	紧固力矩值 (N.m)	---	---	8-11	17-23	30-40
	检查力矩 (N.m)	---	---	6-9	14-19	25-34
碳钢 8.8 级	紧固力矩值 (N.m)	---	8	20	40	70
	检查力矩值 (N.m)	---	6.8	17	34	60
不锈钢螺栓 A2 级	紧固力矩值 (N.m)	3	9	20	40	55
	检查力矩值 (N.m)	2.5	7.5	17	34	46
名称	紧固力矩	M14	M16	M18	M20	
碳钢 4.8 级	紧固力矩值 (N.m)	50-60	78-98	98-127	157-196	
	检查力矩值 (N.m)	42-51	66-83	83-108	133-167	
碳钢 8.8 级	紧固力矩值 (N.m)	90	120	---	---	
	检查力矩值 (N.m)	76	100	---	---	
不锈钢螺栓 A2 级	紧固力矩值 (N.m)	100	150	180	220	
	检查力矩值 (N.m)	85	125	150	185	

表 12 铜铝复合排垫圈选用及螺栓紧固力矩表

压接螺栓规格	排与排搭接			螺栓紧固力矩值 (N.m)	检查力矩值 (N.m)
	瓦垫	平垫圈	弹簧垫圈		
M5	---	√	√	3	2.5
M6	---	√	√	8	6.8
M8	---	√	√	18	15
M10	√	√	√	30	25
M12	√	---	---	50	42
M16	√	---	---	85	72

备注:

- 1、平弹垫验证范围为全系列，瓦垫(DIN6796)验证范围 M8~16
- 2、螺栓材质为不锈钢，力矩等级按照 A2 级验证