

前 言

本标准是对 ZB K11 001—88《封闭母线》的修订。

本标准与原标准相比主要修改内容如下：

- 1 电流等级范围由原标准的 1000~25000 A 增加到 35000 A，增加了 9000，11000，21000，23000，26000，30000，35000 A 七个等级。
- 2 额定电压向下延伸增加了 1 kV 等级。
- 3 对绝缘水平的要求进行了相应的修改，补充了湿耐受电压值，同时取消了 I、II 级级别的差异。
- 4 对于微正压封闭母线，将外壳内空气泄漏率不超过母线外壳容积的 15% 修改为 6%，同时明确了外壳内的空气压力为 300~2500 Pa。
- 5 对引用标准按照现行标准进行了确认，并对相关内容进行了修改。
- 6 本标准的编写格式及结构按 GB/T 1.1—1993 和 GB/T 1.3—1997 的规定。

本标准自实施之日起代替 ZB K11 001—88。

本标准由全国变压器标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：阜新封闭母线厂、沈阳变压器研究所。

本标准起草人：周任劳、林然。

本标准 1988 年首次制定，标准代号为 ZB K11 001—88；1998 年第一次修订。

封 闭 母 线

代替 ZBK11 001—88

Phase buses

1 范围

本标准规定了封闭母线的品种、技术要求、结构、试验方法、产品的成套范围、包装、运输。

本标准适用于电压为 35 kV 及以下，电流为 35000 A 及以下的发电机、变电站及其它输配电回路上使用的封闭母线及其成套设备。

本标准不适用于使用在有严重腐蚀金属构件、绝缘件和有剧烈震动、摆动、冲击等场所的封闭母线。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。在标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 191—1990	包装储运图示标志
GB 311.1—1997	高压输变电设备的绝缘配合(neq IEC 60071—1: 1993)
GB 311.6—1983	高电压试验技术 第 5 部分 测量球隙(eqv IEC 60052:1960)
GB/T 763—1990	交流高压电器在长期工作时的发热
GB/T 2706—1989	交流高压电器动热稳定试验方法
GB/T 2900.1—1992	电工术语 基本术语
GB/T 2900.15—1997	电工术语 变压器、互感器、调压器和电抗器 (neq IEC 60050(421): 1990, IEC60050(321): 1986)
GB/T 16927.1—1997	高电压试验技术 第 1 部分: 一般试验要求(eqv IEC 60060—1: 1989)
GB/T 16927.2—1997	高电压试验技术 第 2 部分: 测量系统(eqv IEC 60060—2: 1994)

3 定义

本标准采用下列定义。其它术语定义按 GB/T 2900.1 和 GB/T 2900.15 的规定。

3.1 封闭母线

用金属外壳将导体连同绝缘等封闭起来的组合体叫封闭母线。通常按其封闭的原理、结构、冷却方式和接地方式进行分类。按其封闭的原理和结构、冷却方式、接地方式分为: 共箱、共箱隔相、分相、分相分段绝缘、分相分段全连等型式的封闭母线。

3.2 共箱封闭母线

各相导体在一个公共的金属壳内，相间没有隔板隔开的母线。

3.3 共箱隔相封闭母线

各相导体分别在一个公共的金属壳内，相间装有隔板隔开的母线。

3.4 分相封闭母线

各相导体分别用金属屏蔽外壳单独封闭起来的母线。

3.5 分段绝缘式分相封闭母线

各相外壳分为若干段，段间绝缘，每段外壳只允许有一点接地的分相封闭母线。

3.6 分段全连式分相封闭母线

整个回路外壳分为两个或更多的段，每个段相间外壳两端用短路板连接在一起，形成两个或更多的三相闭合回路并接地的分相封闭母线。

3.7 全连式分相封闭母线

整个回路相外壳两端通过短路板连接在一起构成三相闭合的回路并接地的分相封闭母线。

3.8 自冷式封闭母线

以冷却介质自然冷却的封闭母线。

3.9 强迫冷却式封闭母线

用冷却介质进行强迫冷却的封闭母线。

3.10 局部强迫冷却式封闭母线

用冷却介质对封闭母线容易发热的局部进行强迫冷却的封闭母线。

3.11 充微正压式封闭母线

外壳内充以干燥空气使其压力保持略高于周围大气压力的封闭母线。

3.12 多点接地式封闭母线

外壳支承架与地不做绝缘处理，仅在端部外壳短路板处设置可靠的接地点的封闭母线。

3.13 两点接地式封闭母线

外壳支承架与地绝缘，仅在端部外壳短路板处设置可靠的接地点的封闭母线。

4 封闭母线的规格、型号**4.1 额定电压见表 1。**

表 1

kV

额 定 电 压	最 高 工 作 电 压
1	1.2
3.15	3.5
6.6	7.2
10.5	11.5
13.8	15.5
15.75	17.5
18	20
20	23
24	26.5
35	40.5

4.2 额定电流见表 2。

表 2

Λ

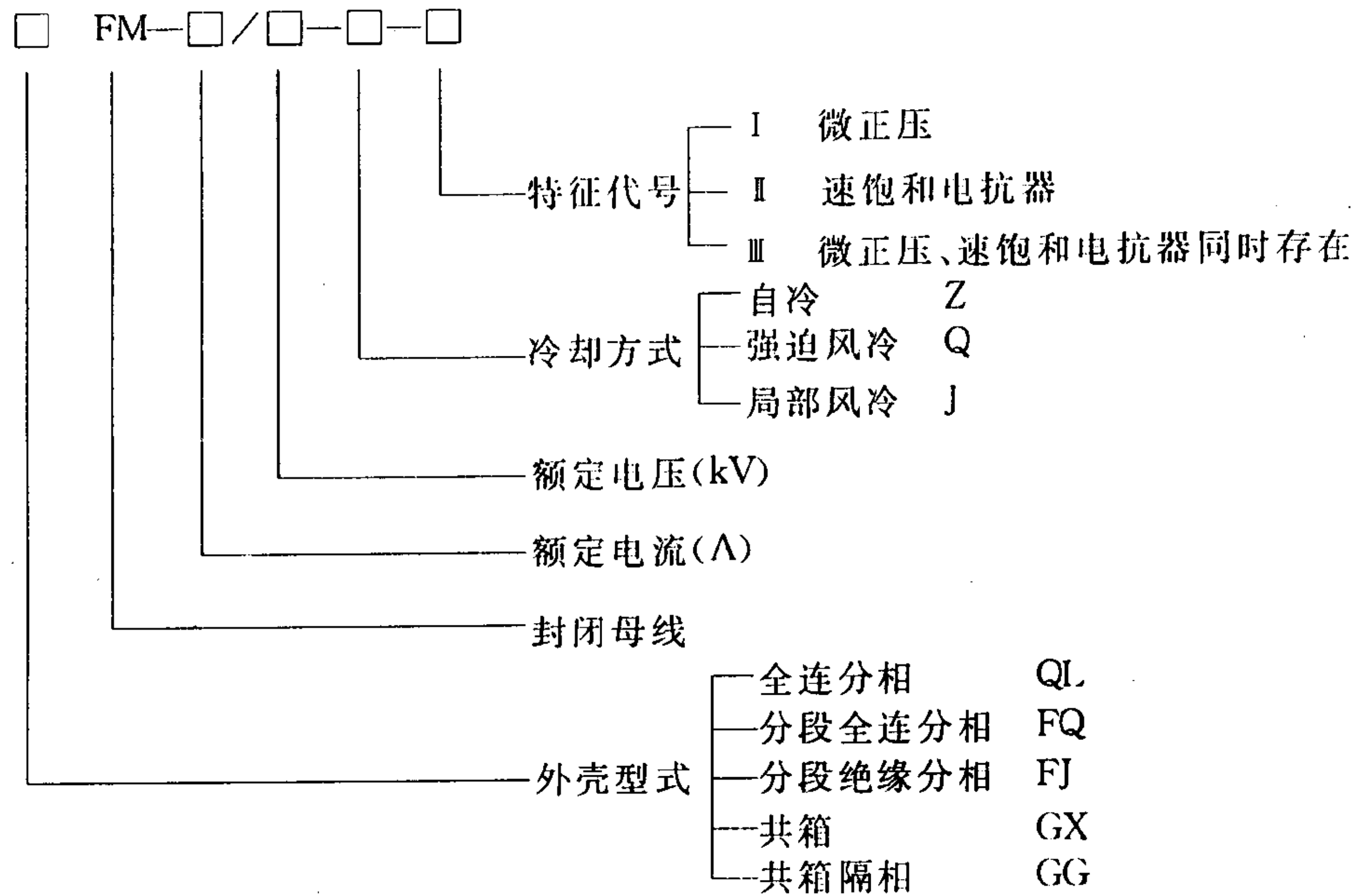
1000	1250 (1200)	1600 (1500)	2000	2500	3150	4000
5000	6300	8000	9000	10000	11000	12500 (12000)
16000 (15000)	20000	21000	23000	25000	26000	30000
35000						

注：括号内的值不推荐，仅限于老产品的更换。

4.3 额定频率

封闭母线额定频率为 50 Hz(或 60 Hz)。

4.4 产品型号表示法



举例：QLFM—10000/20—Z—III型 表示为“全连式分相封闭母线，额定电流 10000 A，额定电压 20 kV，自冷式，充微正压带速饱和电抗器”。

5 技术要求

5.1 使用条件

5.1.1 额定使用条件

- a) 环境空气温度：-40~+40℃；
- b) 海拔：不超过 1000 m；
- c) 地震烈度不大于 8 度；
- d) 相对空气湿度不超过 85%(20℃时)。

5.1.2 对于拟用于环境空气温度高于+40℃的场所，其外绝缘在干燥状态下的试验电压应取本标准的额定耐受电压值乘温度校正系数 K_t ：

$$K_t = 1 + 0.0033(T - 40) \dots\dots\dots (1)$$

式中：T——高于+40℃的温度值。

5.1.3 对于拟用于海拔高于1000 m,但不超过4000 m场所的外绝缘,其实验电压应按本标准规定的额定耐受电压乘以海拔校正系数 K_a 。

$$K_a = \frac{1}{1.1 - H \times 10^{-4}} \dots\dots\dots (2)$$

式中: H——安装地点的海拔高度(m)。

5.2 封闭母线应按照规定的设计程序和图样技术文件要求进行制造。

5.3 封闭母线的绝缘水平应符合表3的规定。

表 3 kV

额定电压	最高工作电压	绝缘水平		
		额定短时工频耐压(方均根值) 1 min		雷电冲击耐受电压(峰值) 1.2/50 μs
		湿 试	干 试	
1	1.2		5	
3.15	3.5	18	25	40
6.6	7.2	23	30	60
10.5	11.5	30	42	75
13.8	15.5	36	50	95
15.75	17.5	40	55	105
18	20	45	60	115
20	23	50	65	125
24	26.5	60	75	150
35	40.5	80	95	185

5.4 封闭母线各部件温升限值见表4。

表 4 K

封闭母线的部件	温升限值
铝母线导体	50
铜母线导体	60
螺栓紧固连接无镀层	40
螺栓紧固连接镀(搪)锡	50
螺栓紧固连接镀银	65
螺栓紧固连接镀银厚度大于50 μm或镀银片	80
外壳	30

5.5 封闭母线应能承受短路冲击电流产生的机械应力作用,具体数值见表5。

表 5

用 途	额定电流 A	动稳定电流 kA(峰值)	热稳定电流 kA(方均根值)
电厂(站)主回路用分相 封闭母线	1000~3500	100 150 200 250 300 350 400 450 500 550	50 100 150 200 250 300
电厂(站)分支回路用分 相封闭母线	1000~6000	200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850	100 200 300 400
配用电共箱封闭母线	1000~6000	40 63 80 100 125 150 180	16 25 31.5 40 50 63 80

5.6 封闭母线应能承受 2 s 稳定短路电流的作用, 其发热温度应不超过下列值的规定:

铜 300°C

铝 200°C

5.7 接地系统

5.7.1 全连式分相封闭母线的外壳可以采用一点或多点接地的方式。无论哪种方式, 在外壳短路板处均应设置可靠的接地点。

分段绝缘式分相封闭母线外壳每段只允许一点接地。

5.7.2 共箱封闭母线的接地可以通过外壳作为接地连接体, 但必须保证外壳段间有可靠的电气连接, 使之成为电气上的整体。

5.7.3 当外壳通过短路电流时, 离外壳接地点最远处的感应电压, 应不超过 36 V。

5.7.4 接地导线应有足够的截面, 以保证具有通过短路电流的能力。但最小的截面, 对铜导线应不小于 240 mm², 铝导线应不小于 400 mm²。

5.8 封闭母线的密封

5.8.1 为防止灰尘、雨雪的侵入, 封闭母线的外壳无论户外、户内设备均应满足防尘、防雨雪、防滴水要求(对考虑自然通风的共箱封闭母线, 应满足防雨雪、防滴水)。

5.8.2 外壳内空气充气压力保持在 300~2500 Pa 之间, 其泄漏率每小时应不超过外壳容积的 6%。

5.9 对采用局部强迫风冷, 或强迫风冷方式的封闭母线, 其冷却介质应是经过过滤的清洁干燥空气。在采用三相通风方式时, 外壳相间通风回路上应设置消离子装置, 以消除有害的带电粒子。

5.10 为了在正常运行状态下限制外壳的环流, 减少外壳损耗, 必要时可在全连式封闭母线外壳环流回路中, 装设速饱和电抗器。

6 结构

6.1 封闭母线整体寿命应不少于 30 年。

6.2 封闭母线在结构上应能装在地面或楼板架上, 也能悬在梁上或结构架上。并且支点、吊点应能满足局部的土建误差调整。

6.3 封闭母线在轴向和辐向上应能满足局部基础在允许范围内的不同沉降和位移。

6.4 封闭母线布置超过一定长度时, 应设置温度补偿装置, 其设置数量见表 6。

表 6

材 料	母 线 外 壳 长 度 m			
	1	2	3	>3
铜	30~50	51~80	81~100	根据具体长度及温度变化范围 换算确定
铝	20~30	31~50	51~75	
钢	35~60	61~85	86~110	

6.5 每相母线导体在同一断面上,可以采用一个或多个绝缘子支持固定的方式。但必须满足绝缘和机械强度的要求,使绝缘子处于其最佳受力状态。

6.6 封闭母线支持跨距应避开共振区。

6.7 封闭母线与设备(如发电机、变压器、高压开关柜等)连接端,应装有密封隔离套管或盆式绝缘子,以防止有害气体或灰尘的侵入。

6.8 接线端子箱应设置防尘排氢孔或排氢通风装置。

6.9 自冷式封闭母线在户内户外穿墙部位,外壳内应设置穿墙密封套管或盆式绝缘子,以防止由于户内户外温差产生的凝露给母线安全运行带来的危害。在穿墙处附近户内、户外应分别装设防潮呼吸器。

对充微正压式封闭母线可以不考虑穿墙密封装置与防潮呼吸器。

6.10 对导体包有绝缘物的封闭母线,应在封闭管道内适当位置设置防火隔板,以防止火焰的通过和延燃。

6.11 自冷式封闭母线为排除壳内的凝结水,在母线布置最低点的适当位置(如变压器、厂变升高座法兰处),应设置排水阀,以便定期排放。

6.12 考虑分相封闭母线安装方便及外壳辐射对流散热的要求,相邻两相外壳间净距离以不小于250 mm为宜。

6.13 封闭母线导体相间和相对地以及带电体间空气净距应不小于表7中的规定。

表 7

额 定 电 压 kV	相 间、相 对 地 以 及 带 电 体 间 空 气 净 距 mm
1	40
3.15	80
6.6	100
10.5	125
13.8	160
15.75	180
18	200
20	220
24	240
35	290

6.14 封闭母线与设备连接应采用镀锡铜编织线挠性连接。自身可拆连接,可采用镀锡铜编织线带或多层铝或铜薄片迭片挠性连接,其接头载流能力及温升,应满足表4的规定,螺栓接面电流密度选择以0.1~0.15 A/mm²为宜。

6.15 封闭母线与设备螺栓连接的导电面应镀银,共箱封闭母线的螺栓导电面可以镀银或不镀银,封闭母线与设备连接端子螺孔的孔距推荐采用50 mm和60 mm两种,具体分布如图1。

6.16 对于额定电流低于3000 A的母线导体连接紧固件可以采用普通镀锌或镀铬标准件,其余均应考虑

采用非铁磁性材料。

6.17 考虑封闭母线的散热，母线导体外表面及外壳内表面，均应涂无光泽黑色漆，外壳外表面涂无光泽浅灰色漆。在需要现场装配焊接的部位，离焊口端部 100 mm 范围内不涂漆。所有母线钢结构件均应涂漆或热浸锌处理。涂漆前应进行磷化或等效防锈处理。

6.18 封闭母线应由专业制造厂制成不同尺寸的标准段节，包括直线段，90°转角段，T 接段和供现场切割装焊成非标准角度的延长段，然后在现场组焊成整体。

6.19 封闭母线的导体和外壳，涂漆应均匀，不得有明显锤痕、划伤或由于焊接变形而产生的影响母线正常安装和运行的缺陷。

6.20 封闭母线焊接应采用惰性气体保护焊接，焊线宽度以大于坡口宽度 2 mm 左右为宜。

6.21 母线外壳应焊接牢固，焊线均匀美观，不应有明显的焊瘤、咬边、裂纹和未经补焊的弧坑。母线外壳导电连接处的焊缝(环焊缝)总截面应不小于被焊导体总截面的 1.25 倍。未焊透的长度不得超过焊缝长度的 10%，深度不得超过被焊金属的 5%。

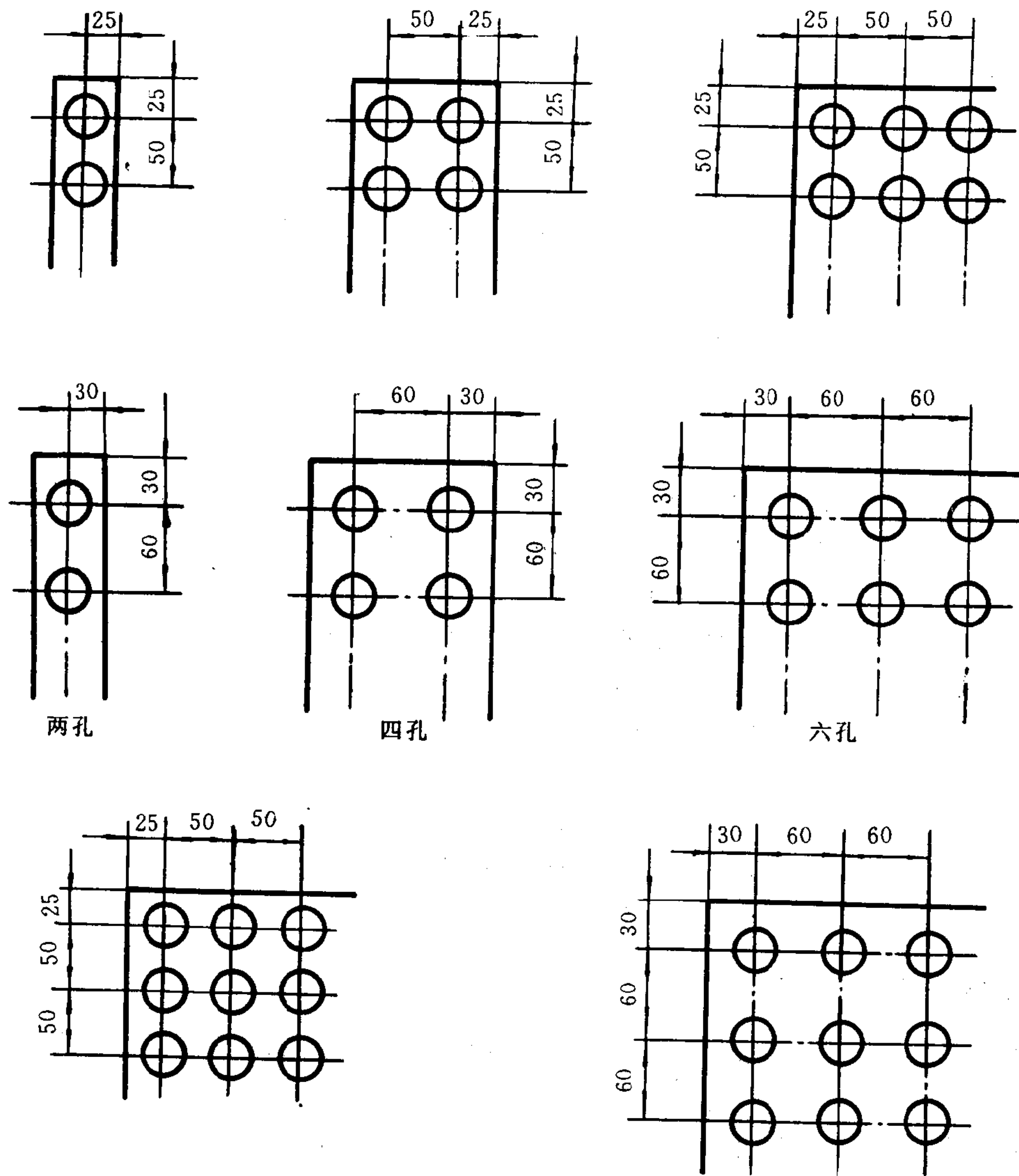


图 1

7 试验方法及检验规则

7.1 封闭母线试验包括型式试验、出厂试验和现场试验三种。在下列情况下封闭母线应进行型式试验：

- a) 新试制的产品；
- b) 当产品在设计、工艺或使用的材料作重大变更而涉及产品性能有明显变化时；
- c) 正常生产的产品每隔 4 年应进行一次型式试验中的温升和绝缘试验。

7.2 型式试验包括：

- a) 外观尺寸和焊线质量检查；
- b) 绝缘电阻试验；
- c) 耐压试验；
- d) 雷电冲击耐压试验；
- e) 温升试验；
- f) 动稳定试验；
- g) 热稳定试验；
- h) 密封淋雨试验(充微正压式封闭母线应做气密试验)。

7.3 出厂试验为 7.2 条型式试验中第 a、b、c 项。

7.4 现场试验为 7.2 条型式试验中第 b、c、h 项。

7.5 外观尺寸和焊线质量检查

7.5.1 所有母线制造段零部件尺寸及装配，均应符合图样和设计文件的要求。零部件装配正确，完整无生锈、腐蚀和涂漆层剥落的现象。母线相间及相对地间，带电导体对地间空气间隙，不得少于本标准 6.13 条中表 7 规定。

7.5.2 所有母线导体的环焊缝均应进行超声探伤检查。焊线宽度应符合本标准 6.20 条规定的 25%，外壳不少于焊缝的 10%。

7.6 绝缘电阻试验，应用 2500 V 兆欧表，阻值不得低于 1000 MΩ，在相—地，相—相间进行(分相封闭母线只做相—地间试验)。

7.7 耐压试验，应按 GB 311.1，GB 311.6，GB/T 16927.1，GB/T 16927.2 标准中要求进行，现场试验的工频耐压值应按表 3 中的规定值的 80%(分相封闭母线是在相—地间试验)。

7.8 温升试验应按 GB 763 规定的要求进行三相试验。各部件的温升，应不超过表 4 中的规定。

7.9 动、热稳定试验应按 GB 2706 的要求进行，并符合本标准中第 5.5 条、5.6 条的要求。

7.10 密封淋雨试验应在封闭母线外壳及其连接处进行，试验采用直径 2.5 cm 的软管将水从与水平面至少成 45°角的方向喷出，喷口距设备 3 m 左右，水压保持在 1.1×10^5 Pa，在外壳连接部位喷淋 5 min，试验后外壳内部应无进水的痕迹。

7.11 气密试验只在充微正压式封闭母线上进行，每相母线的空气密封度可以用 2.5×10^3 Pa 的压力空气来检验，在空气关闭后的 30 s 内，试验中任何呼吸道或排水口必须密封堵死。型式试验时，只在任意相中的一段上进行。

8 封闭母线成套供货范围

8.1 封闭母线成套供货范围应根据发电厂(站)主结线的要求来选择，包括主回路、分支回路、厂用电回路以及各种附属开关柜，配套电器设备等。

8.2 附属开关柜、配套电器设备包括：发电机出口两侧电流互感器，装有高压熔断器的电压互感器柜，避雷器柜，过电压吸收电容器柜，中性点消弧线圈或变压器柜(包括二次负载电阻柜)负荷开关柜，发电机出口大电流隔离开关短路试验连接，接地刀等装置。充微正压封闭母线还应包括微正压装置。

8.3 各附属开关柜和配套电器设备应符合各自的产品技术标准，并满足与封闭母线可靠连接并密封，避免柜内配套电器设备发生故障波及主回路。

9 标志、包装、运输、贮存

9.1 铭牌

9.1.1 封闭母线铭牌应装设在靠近发电机(或主变压器或设备柜)附近外壳的显著位置上。

9.1.2 铭牌的内容包括:

- a) 型号;
- b) 产品名称;
- c) 额定电压, kV;
- d) 额定电流, A;
- e) 相数;
- f) 频率, Hz;
- g) 制造厂名;
- h) 制造日期;
- i) 出厂编号;
- j) 本标准代号。

9.2 出厂时,各段母线在外壳上应标明其相序及段号,以及沿土建安装顺序方向标记,以便现场安装查对方便。

9.3 封闭母线在装箱前应清理壳内灰尘杂物。根据需要在导体和外壳间用支架将母线导体支撑固定以减少运输过程中母线绝缘子的受力和损坏,然后将端部及敞口处密封。

9.4 封闭母线包装箱宜采用集装周转箱,封闭母线在箱内固定以防止在运输过程中滑动磕碰。

9.5 包装箱上应有下列标志:

- a) 产品型号及名称;
- b) 合同号、箱号;
- c) 制造厂名称;
- d) 发货人、收货人及到站;
- e) 毛重和净重;
- f) 包装外形尺寸;
- g) 注意事项(如“小心轻放”、“防止潮湿”、“切勿倒置”、“由此起吊”、“严防跌落冲击”、“负重箱数极限”等)。

9.6 包装箱上的标志应符合 GB 191 的有关规定。

9.7 封闭母线及附属设备应存放在干燥通风、避免日晒和雨淋和没有腐蚀物质接触地点。

9.8 封闭母线附属开关柜和配套电器设备,如长期存放,在定期检查的同时还应做绝缘电阻的测量。

9.9 封闭母线出厂时,应随带下列文件:

- a) 产品合格证书包括出厂试验报告;
- b) 安装使用说明书;
- c) 成套安装图样;
- d) 装箱单;
- e) 装箱清单;
- f) 备品备件及装运工具清单。

9.10 在产品安装过程中,制造厂应派人到现场作技术指导,并按标准要求检查安装质量。