

ICS 29.180

F41

备案号：47960-2015

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1387 —2014

电力变压器用绕组线选用导则

Selection guidelines for winding wire in power transformer

2014-10-15发布

2015-03-01实施

国家能源局 发布

目 次

前 言	III
1 范 围.....	1
2 规范性引用文件	1
3 术 语、定义和符号	1
3.1 术语和定义.....	1
3.2 符号	4
4 技 术 要 求	8
4.1 绕组线用原材料选用要求	8
4.2 绕组线产品基本性能参数	8
5 检 验 项 目、方法及要求.....	9
5.1 外观	9
5.2 尺寸公差	10
5.3 漆膜厚度及均匀性.....	10
5.4 规定非比例延伸强度 R_{o2}	10
5.5 击穿电压	10
5.6 电阻率.....	11
5.7 黏结强度	11
5.8 漆膜柔韧性和附着性	11
5.9 股间绝缘性	11
5.10 其他检验项目.....	11
6 订 货 要 求	11
6.1 绕组线生产条件基本要求	11
6.2 绕组线订货单格式.....	11
6.3 用户选用导线的一般流程	11
6.4 线圈内径与换位导线规格、根数推荐表	12
7 标 志、包装、运输和贮存	12
7.1 标志.....	12
7.2 包装.....	12
7.3 运输.....	13
7.4 贮存.....	13
附录A（规范性附录） 绝缘纸的主要性能指标	14
附录B（规范性附录） 网带的主要性能指标	17
附录C（规范性附录） 交流油浸式电力变压器用绕组线主要技术参数及适用范围.....	18
附录 D（规范性附录） 直流换流变压器用绕组线主要技术参数及适用范围	20
附录E（规范性附录） 电抗器用绕组线主要技术参数及适用范围	24
附录F（规范性附录） 油浸式平波电抗器用组合换位导线主要技术参数及适用范围	26
附录G（规范性附录） 绕组线生产条件基本要求.....	27

DL/ T 1387 —2014

附录H (规范性附录) 绕组线订货单格式	28
附录I (资料性附录) 用户选用绕组线的一般流程.....	29
附录J (资料性附录) 线圈内径与换位导线规格、根数推荐表	30

前 言

本标准按照 GB/T1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规则编写。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电力变压器标准化技术委员会 (DL/TC 02) 归口。

本标准主要起草单位：中国电力科学研究院、沈阳市宏远电磁线有限公司、国网吉林省电力有限公司电力科学研究院、保定天威保变电气股份有限公司、沈阳变压器研究院股份有限公司、上海宝山杨行铜材有限公司、无锡统力电工有限公司、国家电网公司、国网辽宁省电力有限公司、华东电网有限公司、中国长江三峡集团公司、广东电网公司、国网陕西省电力公司电力科学研究院、国网辽宁省电力有限公司电力科学研究院、国网电力科学研究院、国网物资有限公司、上海电缆研究所、特变电工沈阳变压器集团有限公司、西变西电变压器有限责任公司、江苏华鹏变压器有限公司。

本标准主要起草人：张淑珍、柴娜、敖明、李洪秀、陈星、刘顺荣、廖和安、武兰民、王世阁、陆志浩、王伟、欧阳旭东、周志强、刘孝为、韩洪刚、张书琦、杜振波、刘若乔、佟明、陈惠民、李云龙、陈奎、项阳、谢江伟、吉强、陈琪、杨冠坪。

本标准为首次发布。

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管理中心(北京市白广路二条一号, 100761)。

电力变压器用绕组线选用导则

1 范围

本标准规定了交流油浸式电力变压器、电抗器和直流换流变压器、油浸式平波电抗器用绕组线的术语、定义和符号，技术要求，检验项目、方法及要求，订货要求，标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于电压等级为110(66)kV~1000kV 交流油浸式电力变压器、电抗器和电压等级为±800kV 及以下直流换流变压器和油浸式平波电抗器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本标准。

GB/T467 阴极铜

GB/T3952 电工用铜线坯

GB/T 4074.1—2008 绕组线试验方法 第1部分：一般规定

GB/T 4074.2—2008 绕组线试验方法 第2部分：尺寸测量

GB/T 4074.3—2008 绕组线试验方法 第3部分：机械性能

GB/T4074.4—2008 绕组线试验方法 第4部分：化学性能

GB/T4074.5—2008 绕组线试验方法 第5部分：电性能

GB/T 4074.6—2008 绕组线试验方法 第6部分：热性能

GB/T4074.7—2009 绕组线试验方法 第7部分：测定漆包绕组线温度指数的试验方法

GB/T 4074.8—2009 绕组线试验方法 第8部分：测定漆包绕组线温度指数的试验方法 快速法

GB/T 7095.1—2008 漆包铜扁绕组线 第1部分：一般规定

GB/T 7095.2 漆包铜扁绕组线 第2部分：120级缩醛漆包铜扁线

GB/T7672.1—2008 玻璃丝包绕组线 第1部分：玻璃丝包铜扁绕组线 一般规定

GB/T 7673.1—2008 纸包绕组线 第1部分：一般规定

GB/T 7673.3 纸包绕组线 第3部分：纸包铜扁线

GB/T 7673.4 纸包绕组线 第4部分：纸绝缘组合导线

GB 7969—2003 电力电缆纸

JB/T 6758.1—2007 换位导线 第1部分：一般规定

JB/T 6758.2 换位导线 第2部分：纸绝缘缩醛漆包换位导线

JB/T 6758.3 换位导线 第3部分：无纸捆绑型缩醛漆包换位导线

QB/T 4250—2011 500kV 变压器匝间绝缘纸

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。为便于使用，以下重复列出了 GB/T4074.1—2008 等标准中的某些术语和定义。

3.1.1

规定非比例延伸强度 proof strength,non-proportional extension

R,

非比例延伸率等于规定的引伸机标距百分率时的应力。使用的符号应附以下脚注说明所规定的百分率，例如 $R_{0.2}$ ，表示规定非比例延伸率0.2%时的应力。

[GB/T7673.1—2008, 定义3.1.15]

3.1.2

漆膜 coating

用适当的方法涂覆在导体上，然后烘焙固化的材料。

注：改写GB/T7672.1—2008, 定义3.1.1。

3.1.3

自黏层 bonding layer

一种涂覆于漆包线表面的材料，具有使漆包线相互黏合的特定功能。

[GB/T4074.1—2008, 定义3.1.1]

3.1.4

绕组线 winding wire

用于绕组以实现电磁能转换的绝缘线。

[GB/T4074.1—2008, 定义3.1.14]

3.1.5

漆包线 enamelled wire

涂覆固化树脂绝缘的线。

[GB/T7095.1—2008, 定义3.1]

3.1.5.1

缩醛漆包线 polyvinyl formal enamelled wire

在导体表面涂覆缩醛漆的绕组线。

3.1.5.2

自黏漆包线 epoxy enamelled wire

先在导体表面涂覆缩醛漆，再涂覆以环氧树脂为主要成分的自黏漆的绕组线。

3.1.5.3

单面自黏漆包线 enamelled wire with low-chip epoxy

先在导体表面涂覆缩醛漆，再将一个宽面涂覆以环氧树脂为主要成分的自黏漆的绕组线。

3.1.6

纸包铜扁线 paper wrapped rectangular copper wires

在铜扁线表面用绝缘纸带作多层连续绕包的绕组线。

3.1.6.1

平绕纸包铜扁线 paper wrapped rectangular copper wires with flatwise winding

以宽面与线盘轮毂相接触的方式进行绕制的纸包铜扁线。

3.1.6.2

立绕纸包铜扁线 paper wrapped rectangular copper wires with edgewise winding

以窄面与线盘轮毂相接触的方式进行绕制的纸包铜扁线。

3.1.7

组合导线 composite conductor

以两根及以上的纸包铜扁线(裸铜扁线、漆包铜扁线)组合成宽面或窄面相互接触的一列，按要求用绝缘纸带，做多层连续紧密绕包的绕组线。

3.1.7.1

轴向组合导线 axial composite conductor

由多根纸包铜扁线或漆包铜扁线沿绕组轴向进行平行组合，并用绝缘纸做多层连续绕包的绕组线。

3.1.7.2

辐向组合导线 radial composite conductor

由多根纸包铜扁线或纸包漆包铜扁线沿绕组辐向进行组合，并用绝缘纸做多层连续绕包的绕组线。

3.1.8

换位导线 continuously transposed conductor

以一定根数的漆包铜扁线组合成宽面相互接触的两列，按要求在两列漆包扁线的上面和下面沿窄面作同一转向的换位，并用电工绝缘纸、绳或带作连续绕包的绕组线。

注：改写JB/T6758.1—2007，定义3.1.1。

3.1.8.1

自黏换位导线 self-bonding continuously transposed conductor

由缩醛漆包铜扁线表面涂覆热黏合自黏漆的漆包铜扁线打制而成的换位导线。

3.1.8.2

半硬自黏换位导线 semi-hard self-bonding transposed conductor

由热黏合缩醛漆包半硬铜扁线组成，采用普通换位导线的换位方式，再绕包一定绝缘层。

注：半硬铜是指规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ 满足 $100\text{N/mm}^2 < R_{p0.2} \leq 260\text{N/mm}^2$ 的铜导线。

3.1.8.3

纸包换位导线 paper insulated continuously transposed conductor

采用绝缘纸进行绕包的换位导线。

3.1.8.4

网包线换位导线 netting tape continuously transposed conductor

采用网带进行捆扎的换位导线。

3.1.8.5

组合式换位导线 combined continuously transposed conductor

由两根相同的换位导线平行排列，并用绝缘纸或网带绕包而成的绕组线。

3.1.8.6

内屏蔽式组合换位导线 combined continuously transposed conductor with inner shielding wires

对已经打制的换位导线进行并列组合，在组合换位导线中间夹屏蔽线的一种特殊形式的组合换位导线。

3.1.8.7

阶梯式组合换位导线 combined continuously transposed conductor with scalariform

对已经打制的换位导线进行并列组合，并打制成阶梯形状的一种特殊形式的组合换位导线。

3.1.9

换位线芯 transposed core

换位后的漆包扁线的组合。

[JB/T 6758.1—2007，定义3.1.10]

3.1.10

换位节距 transposition pitch

换位导线中某一根漆包扁线经过一个完整换位周期后的轴向长度与组成换位导线的漆包扁线根数之商，即两个相邻换位处之间的轴向长度。

[JB/T6758.1—2007，定义3.1.2]

3.1.11

绕包方式 wrapping type

用绝缘包带将一根或一组导线按照一定规则缠绕在它们外面，使其紧密贴合在一起。

3.1.11.1 间隙绕包 open lapping

同一绕包层的相邻纸带边缘不互相搭压而留有一定间隙的绕包形式。

[GB/T7673.1—2008, 定义3.1.11]

3.1.11.2 重叠绕包 overlapping

同一绕包层的相邻纸带边缘相互搭压的绕包形式。

[GB/T 7673.1—2008, 定义3.1.8]

3.1.11.3 半叠绕包 half overlapping

重叠宽度为40%~60%的绕包形式。

注: 改写JB/T6758.1—2007,定义3.1.5。

3.1.11.4 自锁式绕包 interlocked lapping

相互搭盖40%~60%的二层纸带作同方向半叠包的一种绕包形式。

注: 改写GB/T7673.1—2008, 定义3.1.10。

3.1.12

间隙重叠 coincidence of butt gaps

间隙绕包时绕包层间隙的重合。

[GB/T7673.1—2008, 定义3.1.13]

3.1.13

绕包节距 pitch

绕包纸带形成一个完整螺旋的纵向长度。

[GB/T7673.1—2008, 定义3.1.16]

3.1.14

绕包层 covering

被缠绕、包覆或编织在裸或绝缘导体上的材料。

[GB/T7673.1—2008, 定义3.1.3]

3.1.15

网带 netting tape

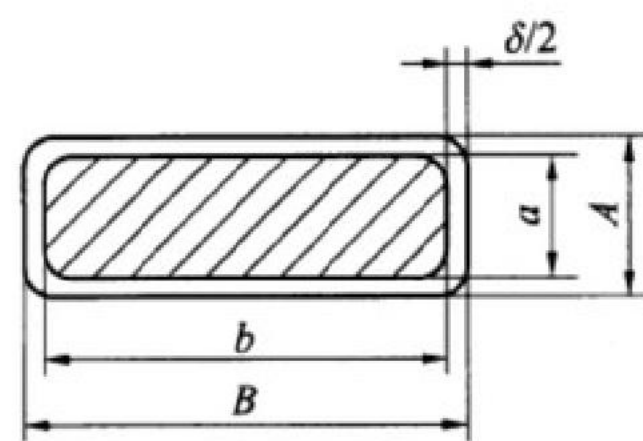
由聚酯纤维编织而成的网状捆扎带。

3.2 符号

下列符号适用于本标准。

3.2.1 纸包铜扁线用符号

纸包铜扁线示意图见图1。



图中:

a——裸铜扁线导体厚度标称尺寸, mm;

b——裸铜扁线导体宽度标称尺寸, mm;

A——包绝缘后纸包铜扁线厚度尺寸, mm;

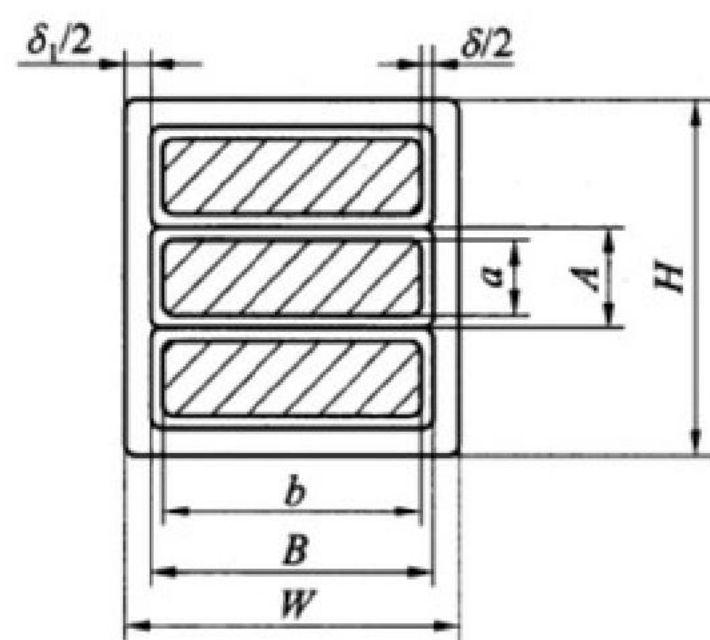
B——包绝缘后纸包铜扁线宽度尺寸, mm;

δ——导线绝缘两边厚度, mm。

图1 纸包铜扁线

3.2.2 组合导线用符号

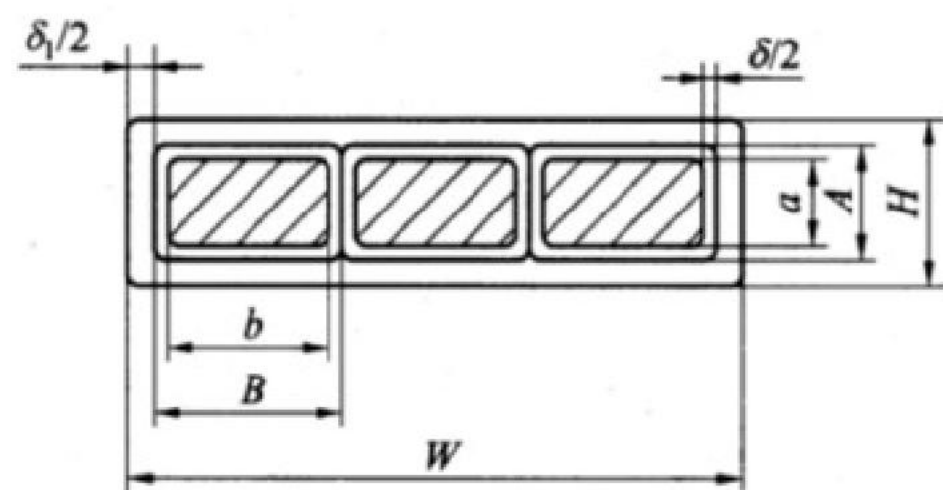
组合导线分为辐向组合导线和轴向组合导线。辐向组合导线示意图见图2, 轴向组合导线示意图见图3。



图中:

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| a——裸铜扁线导体厚度标称尺寸, mm; | H——n 根导线包公共绝缘后组合导线厚度, mm; |
| b——裸铜扁线导体宽度标称尺寸, mm; | W——n 根导线包公共绝缘后组合导线宽度, mm; |
| A——包绝缘后纸包铜扁线厚度尺寸, mm; | δ ——导线单包绝缘两边厚度, mm; |
| B——包绝缘后纸包铜扁线宽度尺寸, mm; | δ ——导线公共绝缘两边厚度, mm。 |

图 2 辐向组合导线示意图



图中:

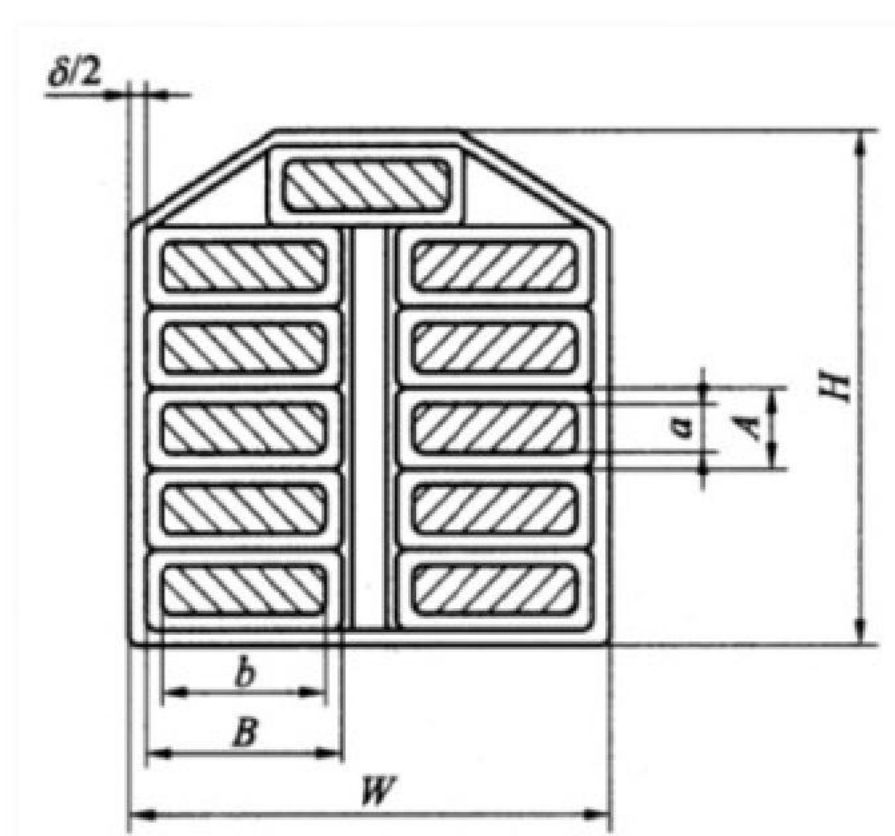
- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| a——裸铜扁线导体厚度标称尺寸, mm; | H——n 根导线包公共绝缘后组合导线厚度, mm; |
| b——裸铜扁线导体宽度标称尺寸, mm; | W——n 根导线包公共绝缘后组合导线宽度, mm; |
| A——包绝缘后纸包铜扁线厚度尺寸, mm; | δ ——导线单包绝缘两边厚度, mm; |
| B——包绝缘后纸包铜扁线宽度尺寸, mm; | δ ——导线公共绝缘两边厚度, mm。 |

图 3 轴向组合导线示意图

3.2.3 换位导线用符号

换位导线分为普通换位导线、组合换位导线、内屏蔽式组合换位导线、阶梯式组合换位导线。

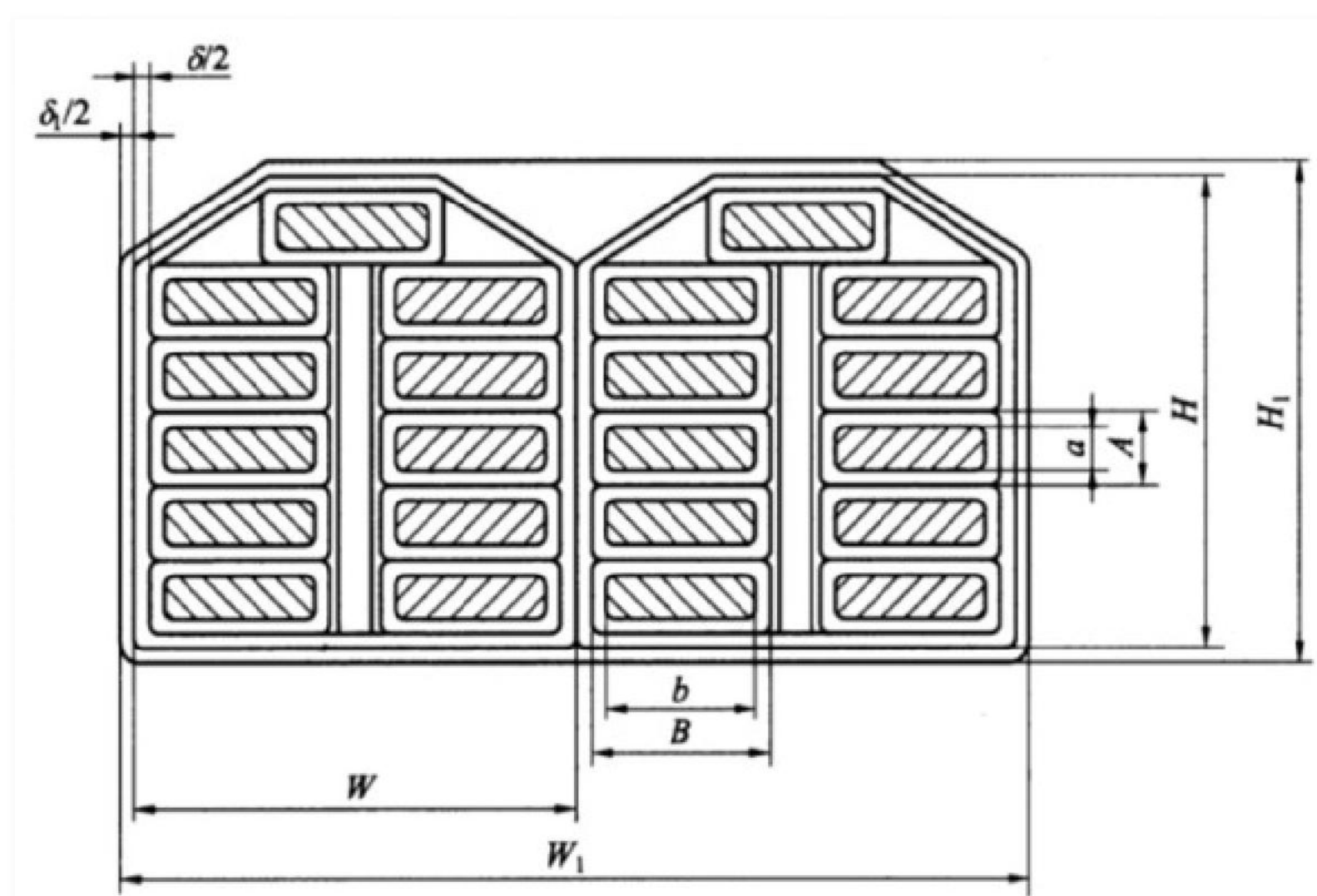
换位导线示意图见图4, 组合换位导线示意图见图5, 内屏蔽式组合换位导线示意图见图6, 阶梯式组合换位导线示意图见图7。



图中:

- | | |
|----------------------|----------------------|
| a——漆包扁线导体厚度标称尺寸, mm; | H——换位导线高度, mm; |
| b——漆包扁线导体宽度标称尺寸, mm; | W——换位导线宽度, mm; |
| A——漆包扁线厚度尺寸, mm; | δ——单根换位导线两边绝缘厚度, mm。 |
| B——漆包扁线宽度尺寸, mm; | |

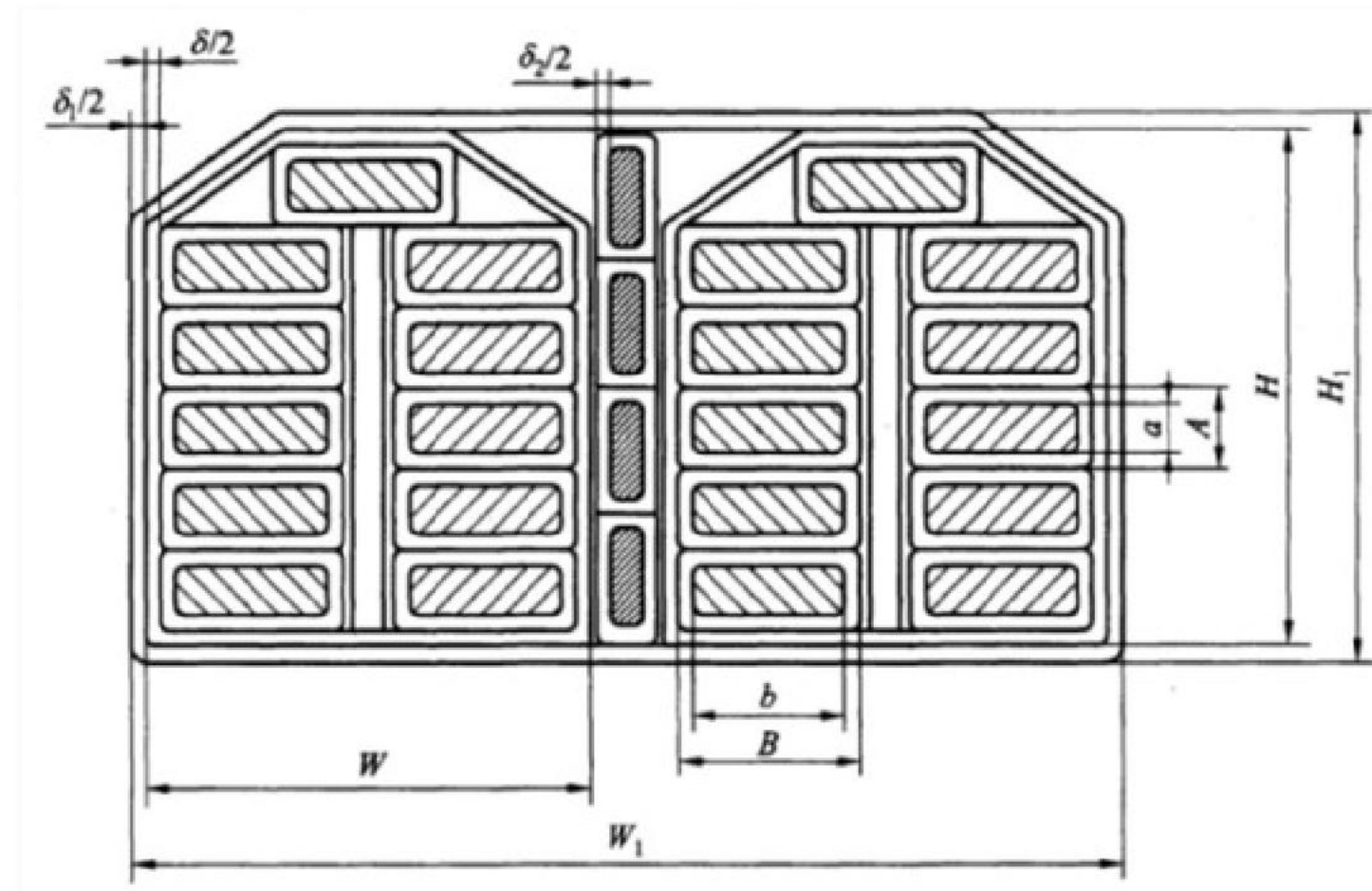
图4 换位导线示意图



图中:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| a——漆包扁线导体厚度标称尺寸, mm; | b——漆包扁线导体宽度标称尺寸, mm; |
| A——漆包扁线厚度尺寸, mm; | B——漆包扁线宽度尺寸, mm; |
| H——换位导线高度, mm; | W——换位导线宽度, mm; |
| H ₁ ——组合换位导线高度, mm; | W ₁ ——组合换位导线宽度, mm; |
| δ——单根换位导线两边绝缘厚度, mm; | δ——组合换位导线两边绝缘厚度, mm。 |

图5 组合换位导线示意图

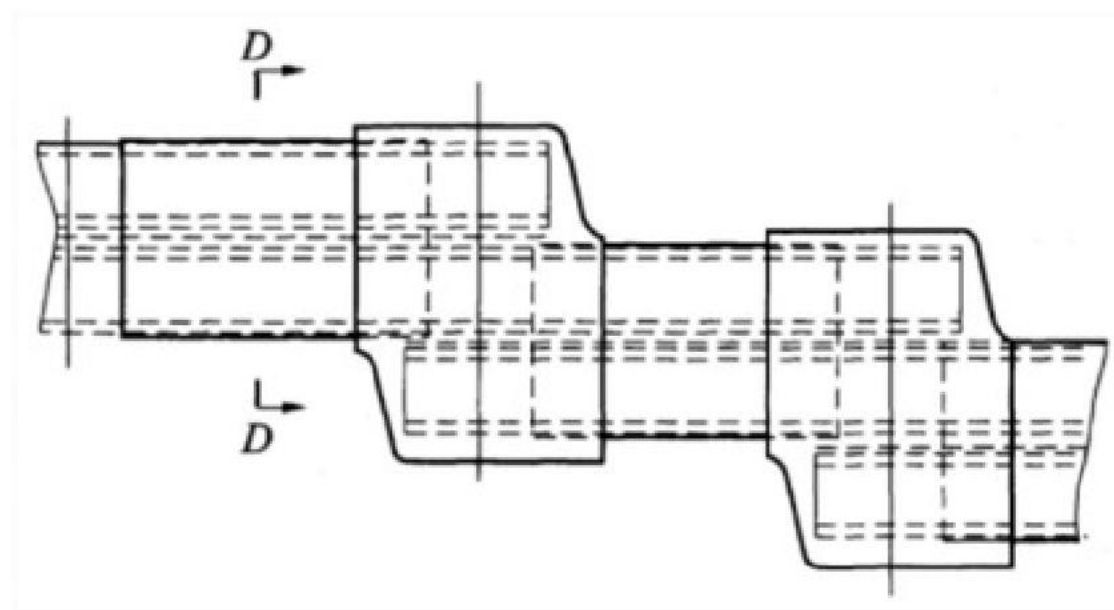


图中:

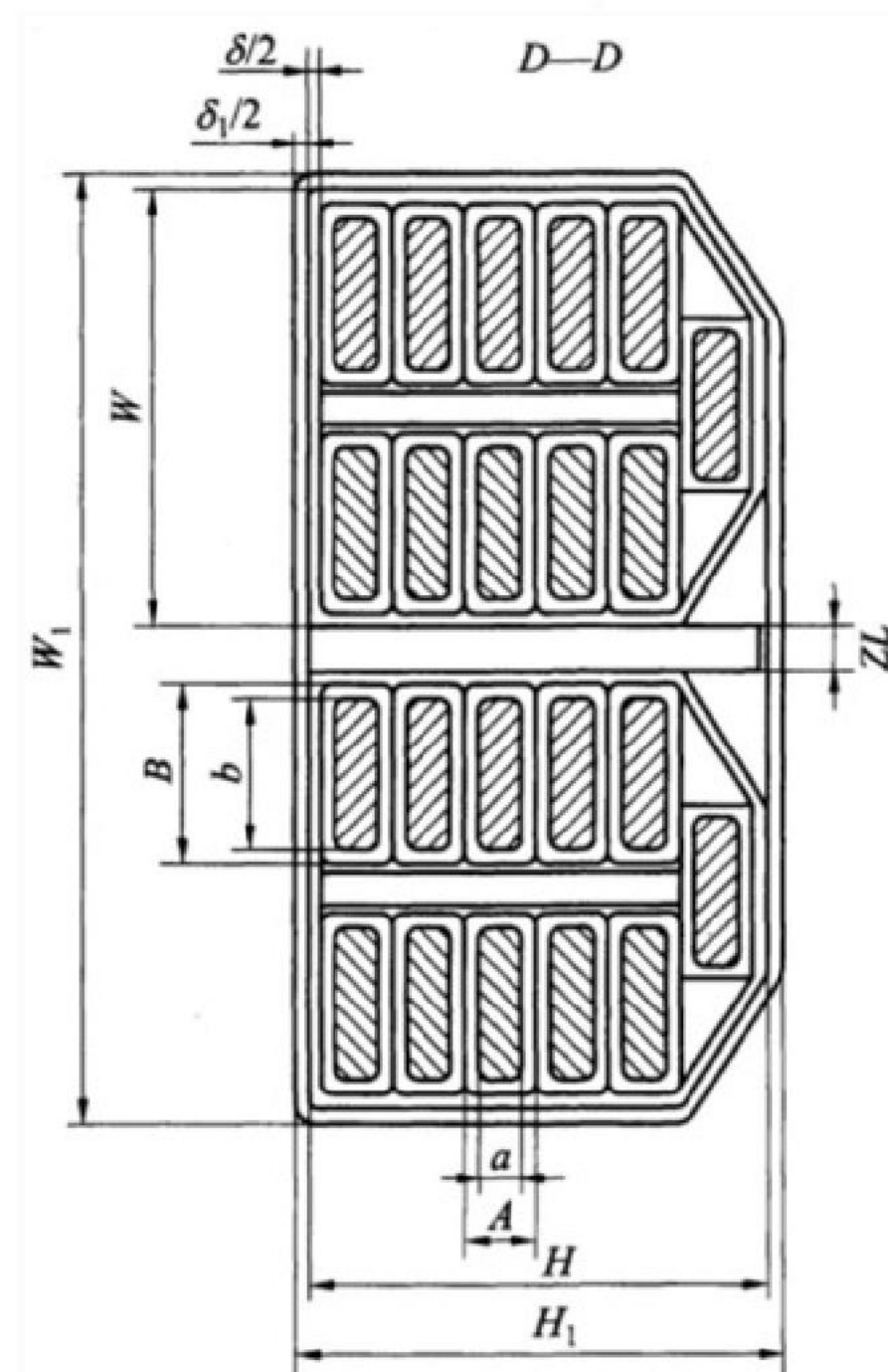
a——漆包扁线导体厚度标称尺寸, mm;
A——漆包扁线厚度尺寸, mm;
H——换位导线高度, mm;
H₁——组合换位导线高度, mm;
δ——单根换位导线两边绝缘厚度, mm;
δ——屏蔽线两边绝缘厚度, mm。

b——漆包扁线导体宽度标称尺寸, mm;
B——漆包扁线宽度尺寸, mm;
W——换位导线宽度, mm;
W₁——组合换位导线宽度, mm;
δ——组合换位导线两边绝缘厚度, mm;

图 6 内屏蔽式组合换位导线示意图



(a) 阶梯式组合换位导线结构示意图



(b) 阶梯式组合换位导线剖面示意图

图中:

a——漆包扁线导体厚度标称尺寸, mm;
b——漆包扁线导体宽度标称尺寸, mm;
A——漆包扁线厚度尺寸, mm;
B——漆包扁线宽度尺寸, mm;
H——换位导线高度, mm;
W——换位导线宽度, mm;

H₁——组合换位导线高度, mm;
W₁——组合换位导线宽度, mm;
δ——单根换位导线两边绝缘厚度, mm;
δ——组合换位导线两边绝缘厚度, mm;
ZL——绝缘纸板厚度, mm。

图7 阶梯式组合换位导线示意图

4 技术要求

4.1 绕组线用原材料选用要求

4.1.1 绕组线用绝缘纸

4.1.1.1 绕组线用绝缘纸包括：电力电缆纸、500kV 变压器匝间绝缘纸、750kV 及以上电压等级绝缘纸、热改性纸、高强度微皱纸，其性能指标见附录A。

4.1.1.2 绝缘纸外观应光滑平整，无裂口、洞孔、褶皱（高强度微皱纸除外）等缺陷。

4.1.1.3 绝缘纸纤维组织应均匀，无杂质。

4.1.1.4 220kV 及以下电压等级交流油浸式电力变压器、电抗器，匝绝缘可采用电力电缆纸；330kV~500kV 电压等级交流油浸式电力变压器、电抗器，匝绝缘应采用500kV 变压器匝间绝缘纸；750kV~1000kV 电压等级交流油浸式电力变压器、电抗器应采用750kV 及以上电压等级用绝缘纸。

4.1.1.5 直流换流变压器及油浸式平波电抗器宜采用热改性纸。

4.1.2 绕组线用阴极铜及电工用铜线坯

4.1.2.1 绕组线用阴极铜

绕组线用阴极铜应符合 GB/T 467 的规定。220kV 及以下电压等级交流油浸式电力变压器、电抗器用绕组线宜选用1号标准铜，330kV 及以上电压等级交流油浸式电力变压器、电抗器及各种电压等级的直流换流变压器、油浸式平波电抗器用绕组线宜选用A 级铜。

4.1.2.2 绕组线用电工用铜线坯

绕组线用电工用铜线坯应符合 GB/T3952 的规定，表面不应有皱边、飞边、裂纹、夹杂物及影响产品质量的其他缺陷。

4.1.3 绕组线用绝缘漆

绕组线用缩醛漆和自黏漆等绝缘漆的性能指标应符合相应标准。

采用绝缘漆生产的漆包线，除应满足 GB/T 7095.1—2008 的规定外，还应满足本标准第5章要求。

4.1.4 绕组线用网带

绕组线的网带性能指标见附录 B。

4.2 绕组线产品基本性能参数

4.2.1 纸包铜扁线

4.2.1.1 铜扁线导体尺寸见附录C~ 附录 F，超出规定的，由供需双方协商决定。

4.2.1.2 绝缘种类见本标准4.1.1。绕包方式见附录C~附录F。

4.2.1.3 软铜导体规定非比例延伸强度值 $R_{p0.2}$ 应满足 $80\text{N/mm}^2 \leq R_{p0.2} \leq 100\text{N/mm}^2$

。半硬铜导体分三级，规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ 值应满足：

—CPR1: $100\text{N/mm}^2 < R_{p0.2} \leq 180\text{N/mm}^2$;

—CPR2: $180\text{N/mm}^2 < R_{p0.2} \leq 220\text{N/mm}^2$;

—CPR3: $220\text{N/mm}^2 < R_{p0.2} \leq 260\text{N/mm}^2$ 。

规定非比例延伸强度一般由变压器制造厂提出，偏差应为0%~+20%。超出规定的，由供需双方协商决定。

半硬铜导体性能指标应符合表1的规定。

表 1 半硬铜导体性能指标

等级	规定非比例延伸强度 R_o N/mm ²	最小伸长率 %	20℃时最大电阻率 P_{zo} $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
C1	$100 < R_{p0.2} \leq 180$	20	1/58
C2	$180 < R_{p0.2} \leq 200$	20	
	$200 < R_{p0.2} \leq 220$	15	
C3	$220 < R_{p0.2} \leq 260$	15	

4.2.2 组合导线

4.2.2.1 辐向组合导线的铜扁线根数，一般为2根~4根。铜扁线导体尺寸见附录 C~附录 F。单根铜扁线厚度应符合表2规定，超出规定的，由供需双方协商决定。

表2 单根铜扁线厚度

单位：mm

辐向组合导线根数	2	3	4
单根铜扁线最大厚度a	3.00	2.36	1.90

4.2.2.2 轴向组合导线的铜扁线根数，一般为2根~4根。铜扁线导体尺寸见附录 C~附录 F。单根铜扁线厚度和宽度应符合表3规定，超出规定的，供需双方协商决定。

表3 单根铜扁线厚度和宽度

单位：mm

轴向组合导线根数	2	3	4
单根铜扁线最小厚度a	3.50	5.00	5.50
单根铜扁线最大宽度b	9.00	6.00	4.50

4.2.2.3 绝缘种类见4.1.1。绕包方式见附录C~附录F。

4.2.2.4 组合导线宽厚比： $WIH \geq 1.4$ 。

4.2.2.5 规定非比例延伸强度 $R_{0.2}$ 按4.2.1.3的要求。

4.2.3 换位导线

4.2.3.1 换位导线的漆包铜扁线根数一般为5根~87根。

4.2.3.2 漆包铜扁线导体尺寸、换位导线外形尺寸见附录C~附录 F，超出规定的，由供需双方协商决定。

4.2.3.3 绝缘种类见本标准4.1.1，绕包方式见附录C~附录F。

4.2.3.4 换位节距 S (见图8)应不超过线圈绕制最小直径 D 的 π/n 倍 (n 为换位导线中漆包铜扁线根数), 即 $S \leq \pi \times Dmn/n$, 一般为 $8b \sim 18b$ (b 为换位导线中漆包铜扁线导体标称宽度), 特殊情况下由供需双方协商决定。

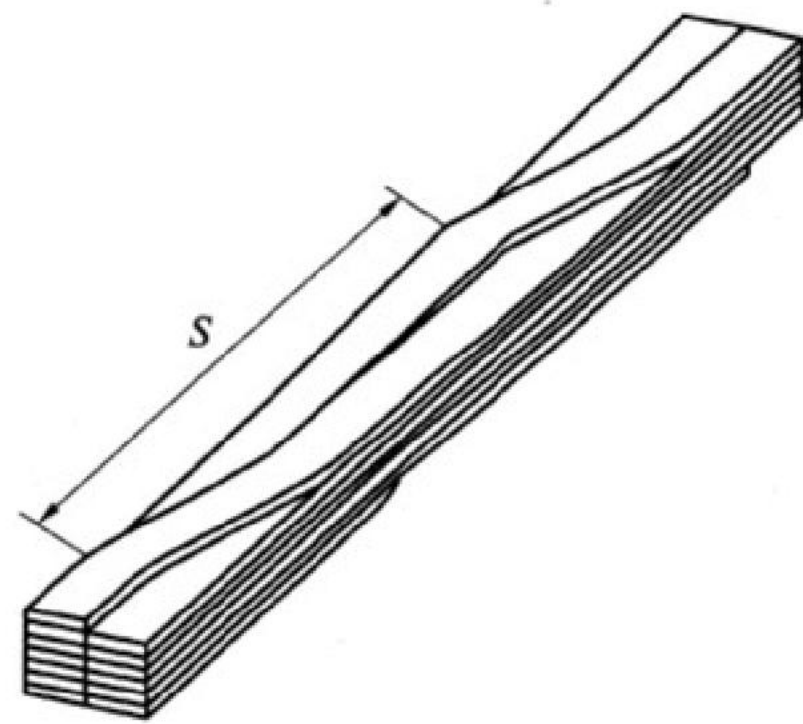


图8 换位节距示意图

4.2.3.5 规定非比例延伸强度 $R_{2.0}$ 按4.2.1.3的要求。

5 检验项目、方法及要求

5.1 外观

5.1.1 导体表面应光滑、清洁，不应有擦伤、毛刺、油污、金属粉末等缺陷，表面不应有氧化层。圆弧

与平面的连接处应光滑，不应有突起和尖角。

5.1.2 漆包线表面应光滑、连续，不应有影响漆包线性能的缺陷。

5.1.3 纸包铜扁线、组合导线、换位导线的绝缘绕包应连续、紧密、均匀、平整，不应有起皱及开裂等缺陷，不应有缺层、断层的现象，各层绝缘纸上均不应留有金属末、油污、粉尘及其他异物。

5.2 尺寸公差

纸包铜扁线、组合导线、换位导线的导体尺寸及公差，外形尺寸及公差按 GB/T 7673.1—2008、GB/T7673.3、GB/T7673.4 和 JB/T6758.1—2007、JB/T6758.2、JB/T6758.3 的相关规定及用户要求执行。

5.3 漆膜厚度及均匀性

5.3.1 漆膜厚度

5.3.1.1 漆膜厚度按 GB/T 7095.1—2008 及用户要求执行。

5.3.1.2 如用户没有要求的，一般可按以下规定执行：

a) 缩醛漆包线

漆膜厚度：0.13mm±0.02mm。

b) 自黏漆包线。

1) 缩醛漆膜厚度：0.10mm±0.02mm；

2) 自黏层厚度：0.04mm ±0.01mm。

5.3.2 漆膜均匀性详见附录C～附录F。

5.4 规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$

规定非比例延伸强度按4.2.1.3的要求。

5.5 击穿电压

5.5.1 交流油浸式电力变压器、电抗器用漆包线击穿电压

交流油浸式电力变压器、电抗器用漆包线击穿电压按照GB/T4074.5—2008 进行检测，室温击穿电压值如下：

a) 220kV 及以下，5个试样中，4个击穿电压值应不小于2kV,1 个应不小于1kV。

b) 330kV~750kV, 5 个试样中，4个击穿电压值应不小于3kV, 1 个应不小于2kV。

c) 1000kV, 5 个试样中，4个击穿电压值应不小于4kV,1 个应不小于3kV。

5.5.2 直流换流变压器及油浸式平波电抗器用漆包线击穿电压

5.5.2.1 试样

试样制作和测试要求如下：

a) 根据导线截面积的不同，分别制作试样，试样要求如下：

1) 当导体截面积不大于30mm²时，以4a 和 4b 为直径分别进行宽边和窄边弯曲180°。

2) 当截面积大于30mm²且小于等于45mm²时，以6a 和 6b 为直径分别进行宽边和窄边弯曲180°。试样数量为宽边10个，窄边10个。

b) 试样检测要求如下：

1) 取宽边和窄边弯曲的试样各5个，在高温190℃下加热30min，然后冷却至室温进行击穿电压试验。

2) 取宽边和窄边弯曲的试样各5个，在室温下进行击穿电压试验。

5.5.2.2 击穿电压

直流换流变压器及油浸式平波电抗器的漆包线击穿电压值如下：

a) 电压等级为±400kV 及以下，在室温下试验和高温190℃下加热30min 后冷却至室温试验，所有试样击穿电压值均应不小于1kV。

b) 电压等级为±600kV，在室温下试验和高温190℃下加热30min 后冷却至室温试验，所有试样击穿电压值均应不小于1.5kV。

- c) 电压等级为±800kV, 在室温下试验和高温190℃下加热30min 后冷却至室温试验, 所有试样击穿电压值均应不小于2.0kV。

5.6 电阻率

5.6.1 20℃时的电阻率: $P_{20} \leq 1/58 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ 。

5.6.2 交流油浸式电力变压器、电抗器、直流换流变压器及油浸式平波电抗器用绕组线按GB/T4074.5—2008的规定进行检测。

5.7 黏结强度

5.7.1 试验方法

取长约110mm 的自黏漆包线试样两根, 将试样以宽面重叠方式放在一起, 试样黏合区长度为25mm, 试样黏合区压力为1N/mm², 受压试样放在120℃±3℃的烘箱内处理24h 后, 冷却至室温进行拉力试验。

5.7.2 交流油浸式电力变压器、电抗器用自黏漆包线黏结强度

不同电压等级交流油浸式电力变压器、电抗器用自黏漆包线黏结强度如下:

- a) 220kV 及以下, 黏结强度应不小于5N/mm²;
- b) 330kV~750kV, 黏结强度应不小于8N/mm²;
- c) 1000kV, 黏结强度应不小于10N/mm²。

5.7.3 直流换流变压器及油浸式平波电抗器用自黏漆包线

黏结固化后的试样应在90℃下拉伸直到断裂。

不同电压等级直流换流变压器及油浸式平波电抗器用自黏漆包线黏结强度如下:

- a) 电压等级为±400kV 及以下, 黏结强度应不小于5N/mm²;
- b) 电压等级为±600kV, 黏结强度应不小于8N/mm²;
- c) 电压等级为±800kV, 黏结强度应不小于10N/mm²。

5.8 漆膜柔韧性和附着性

5.8.1 交流油浸式电力变压器、电抗器用漆包线的漆膜柔韧性和附着性应按 GB/T 7095.2 的要求执行。

5.8.2 直流换流变压器及油浸式平波电抗器用漆包线的漆膜柔韧性和附着性试验试样的制作按5.5.2.1 的要求。弯曲处漆膜应完整且无肉眼可见裂纹。

5.9 股间绝缘性

5.9.1 交流油浸式电力变压器、电抗器用绕组线

组合导线股间绝缘性应按 GB/T7673.4 的规定执行。

换位导线股间绝缘性应按JB/T6758.1—2007 的规定执行。

5.9.2 直流换流变压器及油浸式平波电抗器用绕组线

单面自黏漆包组合导线、轴向组合导线股间施加不低于500V 直流电压, 时间不少于5s, 股间应不发生击穿。

换位导线股间施加500V 直流电压, 时间不少于5s, 股间应不发生击穿。

5.10 其他检验项目

本标准中未规定的试验项目按 GB/T4074 执行。

6 订货要求

6.1 绕组线生产条件基本要求

绕组线生产条件基本要求见附录G。

6.2 绕组线订货单格式

绕组线订货单格式见附录H。

6.3 用户选用导线的一般流程

用户选用导线的一般流程参见附录I。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/697006133063006066>