

前 言

本标准等同采用 IEC 60034-18-21:1992 及其第一次修改(1994)和第二次修改(1996)。

以前我国电机行业对散绕绕组的热评定大多采用美国 IEEE 117 标准,现在 IEC 已将各国先进的评定方法归纳,形成了 IEC 60034-18-21 文件,为尽快与国际标准接轨,故等同采用该标准。在技术内容上,本标准规定的方法与以前我国实际进行的试验方法无重大差异。

本标准的附录 A、附录 B 和附录 C 都是提示的附录。

本标准由国家机械工业局提出。

本标准由全国旋转电机标准化技术委员会归口。

本标准的起草单位:国家机械工业局上海电器科学研究所。

本标准主要起草人:李锦梁、朱玉珑。

IEC 前言

1) IEC 对技术专题的正式决定或协议是由对该专题感兴趣的各国家委员会的代表组成的技术委员会起草的,并尽可能表达国际间对所处理专题的一致意见。

2) 制定供国际间应用的文件具有推荐性,在这种意义上为各国家委员会所接受。

3) 为促进国际间的统一,IEC 的愿望是所有国家委员会在其国家条件允许的情况下宜采用 IEC 的推荐文本作为他们的国家标准。相应的国家标准若与 IEC 推荐文本之间有任何差异应尽可能在标准中清楚地加以说明。

本标准系国际标准 IEC 60034-18 中的一个部分,是由 IEC 第 2 技术委员会(旋转电机)的 2J 分会(旋转电机绝缘结构分级)起草的。

本文本源于以下的文件:

六月法文件	表决报告
2J(中办)5	2J(中办)9

本标准的全部表决情况可查阅上述表决报告。

附录 A、附录 B 和附录 C 仅作为信息性资料。

IEC 引言

IEC 60034-18 的第 1 部分为旋转电机应用的绝缘结构提出评定与分级的基本原则。

IEC 60034-18 的本部分研究散绕绕组(通常指散嵌绕组)绝缘结构的热评定与分级。

对各种类型散绕绕组及测试方法提出了若干种标准试验规程。

本部分归属于旋转电机绝缘结构功能性评定有关的系列出版物的第 18 部分,其他相关部分为:

第 1 部分:总则(IEC 60034-18-1);

第 31 部分:成型绕组试验规程(IEC 60034-18-31)。

中华人民共和国国家标准

旋转电机绝缘结构功能性评定

散绕绕组试验规程

热评定与分级

GB/T 17948.1—2000
idt IEC 60034-18-21:1992

Rotating electrical machines—

Functional evaluation of insulation systems—

Test procedures for wire-wound windings—

Thermal evaluation and classification

1 范围

本标准规定了交流或直流旋转电机应用的或准备应用的散绕绕组绝缘结构热评定与分级的试验规程。试验规程为了对比性,以待定绝缘结构与已为实际运行经验所证实的基准绝缘结构进行性能比较。本标准应与第1部分:总则一起使用。

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。本标准出版时,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 755—2000 旋转电机定额和性能(neq IEC 60034-1:1996)

IEC 60455 电气绝缘用无溶剂聚合树脂化合物规范

IEC 60464 有溶剂绝缘漆规范

IEC 60034-18-1:1992 旋转电机—第18部分:绝缘结构功能性评定—第1部分:总则

3 概论

3.1 与第1部分的关系

IEC 60034-18-1 描述了旋转电机绝缘结构适用的热寿命试验的一般原则,除非本标准另有规定,IEC 60034-18-1 的原则均适用。

3.2 标准规程

本标准的第4章至第8章规定了5种标准的试验规程。规程1适用于交流和直流电机的定子和电枢绕组。本标准的使用者可根据被试及待定级的绕组的型式和尺寸、试验设备及以往的经验选用最合适的试验规程。

3.3 基准绝缘结构

基准绝缘结构应与待定绝缘结构采用同样的试验规程进行试验。参见 IEC 60034-18-1:1991 的

4.2:

两种绝缘结构的热分级温度值之差不得超过 50 K。

3.4 试品

国家质量技术监督局 2000-01-03 批准

2000-08-01 实施

3.4.1 试品的结构

必要时,材料的选择试验可按 IEC 60034-18-1:1992 的 5.2.1 执行。

试品可以是实际电机、电机部件或模型。部件和模型应包括所有基本元件。

绝缘厚度、爬电距离以及必要的放电保护(如有)等应适应预定的最大规定电压及设备标准或实际情况。被比较的结构应与电机待用的结构相同。

注:应注意由于绝缘厚度及爬电距离的不同,同样的绝缘材料可得出完全不同的试验寿命值。

如果零部件在实际运行中受到的各种应力能在试验中可靠地复现,允许用模拟线圈或绕组零部件的试样进行评定。

在某些国家成功地使用了特殊形式的模型,作为例证列于附录 A 与附录 B。

对新绝缘结构准备采用的材料,制造厂应确保在预期生产过程中其性能不会劣化。

3.4.2 质量保证试验

为剔除有缺陷试品,应按 IEC 60034-18-1:1992 的 5.2.3 所述进行合格筛选试验。先做外观检查,然后做过电压试验。试验要与制造厂的电机或线圈试验相符,或者是按后文所述诊断试验,试验电压取两者中较高的数值。

注:如有必要可采用附加的筛选(分级)试验,包括下述内容:

- 测定绝缘电阻
- 测定介质损耗角正切与电容
- 测定局部放电起始电压
- 运行时相电流的平衡
- 重复冲击
- 泄漏电流
- 耐电压试验

对偏差较大的试品应筛除,或加以检查以确定偏差的原因,宜对试品的偏差规定一适当的允差。

3.5 诊断试验检验

可按 IEC 60034-18-1:1992 中 5.3.4 进行预老化试验以检验诊断分周期试验的可行性。

3.6 热老化试验规程

本试验规程由若干在不同老化温度下的老化试验组成。在每个温度点,确定被试绝缘结构的试验寿命。根据这些试验寿命值,以基准绝缘结构在其温度等级下的寿命为基准,判断被试绝缘结构在该温度等级下的寿命。

每一老化试验按周期进行,每一周期的试验由热老化分周期与诊断分周期组成。诊断分周期包括机械性能试验、受潮试验、耐电压试验及其他诊断试验。

3.7 老化温度与分周期时间

应遵循 IEC 60034-18-1:1992 中 5.3.2 所规定的条件和规程。

按标准试验规程,至少应取三个老化温度点。

如待定绝缘结构与已定级的绝缘结构有较小的变动,可按 IEC 60034-18-1:1992 中 5.3.2 试验规程进行。

老化温度与老化分周期时间宜按 IEC 60034-18-1:1992 表 2 选择。

若待定绝缘结构的预定温度等级与基准绝缘结构的已知温度等级不同,则应以适当方式选择不同的老化温度与老化分周期时间。

最低老化温度的选择应使在该温度下试验的对数平均寿命值约为 5 000 h 或以上。通常可按 28~35 d 或更长的曝露期以选定最低老化温度。

此外,至少应选择二个更高的老化温度点,温差间隔为 20 K 或更大。如以多于三个老化温度点进行试验,可采用 10 K 的温差间隔。

为使因外推引起的误差为最小,最低试验温度宜不高于外推求得的温度 25 K。

4 规程 1:模型线圈(Motorette)试验规程

4.1 概述

4.1.1 规程 1

本规程使用模型线圈(Motorette)作为试品,称为本标准的规程 1。

4.1.2 一般特征

本热寿命试验规程由若干周期组成。每一周期包含:

- 热老化分周期;
- 诊断分周期,依次包括机械性能试验、冷态试样的潮湿试验和耐电压试验。

4.2 试品

4.2.1 试品结构

本试验规程中的试品,设计为一模型线圈,用以模拟待试绝缘结构。

模型线圈应体现全部的基本元件,尽可能地代表完整的绕组绝缘结构,模拟有槽结构的散绕绕组。

附录 A 描述了试验散绕绕组绝缘模型线圈的实例。

4.2.2 试品数目

每种绝缘结构,每一个老化温度点至少应投入 10 个模型线圈。

4.2.3 质量保证试验

在首次热老化分周期试验之前,应进行下列质量保证试验:

- 试品的外观检查;
- 按 GB 755 进行耐电压试验;
- 400 V 交流匝间试验,用 50 mA 电路保护器检测失效。

4.2.4 初始诊断试验

在进行首次热老化分周期试验之前,每一个完整的试品应经受 4.4 描述的诊断性试验。

4.3 热老化分周期

4.3.1 热老化温度与分周期的时间

应遵循 3.7 的规定。

4.3.2 加热设备

热老化箱应使用符合 IEC 60034-18-1:1992 中 5.3.3 规定的热老化烘箱。

4.3.3 热老化程序

热老化分周期开始时,应把模型线圈直接放入已加热的老化箱中,分周期结束时,应将模型线圈直接从老化箱中移出到室温空气中。

为了降低各模型线圈之间实际老化温度差异的影响,在相继的老化分周期中,模型线圈在老化箱中的放置位置应是随机的。

4.4 诊断分周期

4.4.1 机械性能试验

在每一热老化分周期之后,待模型线圈冷却到室温时,每一模型线圈须在振动台上经受 1 h 的机械应力试验。

模型线圈安装在振动台上应使其运动方向与线圈平面垂直,这样,其线圈端部经受的振动与实际电机中线圈端部因径向力而产生的振动一致。振动试验在室温下进行,无须施加电压。

振动试验优先取相当于 1.5 g 加速度的振幅值(即 60 Hz 时 0.2 mm 峰-峰值,或 50 Hz 时取 0.3 mm 的峰-峰值)。若因运行而产生的应力在原理上(见 IEC 60034-18-1:1992 的 5.5.1)会引起更大的振动幅度,应采用该振幅,并在试验报告中说明。

4.4.2 潮湿试验

按 IEC 60034-18-1:1992 的 5.5.2,潮湿试验至少应持续 48 h。在潮湿试验期间,在绕组上应出现可见潮气凝露但不连成片。模型线圈温度约为 15℃~35℃的室温,其实际试验温度应记入报告。试验中无须在试品上施加电压。这种试验的设备举例可参见附录 C。

试验中采用的试品冷却原理,参见附录 C 的 C2。

4.4.3 耐电压试验

为检查试样状况和确定到达寿命终止的时间,在每次潮湿试验之后,应施加如表 1 所规定的工频电压。

表 1 规程 1 的试验电压

运行额定电压, V	推荐的工频试验电压(有效值), V		
	对地	线圈间	导体间*
110~400	400	400	110±10
401~660	600	660	110±10
661~1 000	在考虑中	在考虑中	在考虑中

* 允许电压范围,但选定值应保持前后一致。

对地与线圈间的试验电压应与预期绝缘结构的电压范围的上限相当。为了能使用其他电压(例如 660 V)下取得的大量试验数据,可以使用 600 V 以外的其他电压值。基于试验经验,为了确定寿命终点也可采用其他试验电压,只要该试验电压对基准结构与待定结构均保持一致。若试验电压值与表 1 所列值不同,应在报告中表明。

当试样尚在受潮试验箱中并保持潮湿状态时,在试样上施加试验电压,历时 10 min。利用适当的试验线路,首先对并绕导体间,其次是线圈间,最后是对地施加试验电压,每次历时 10 min。建议在试验线路中接入冲击电压保护器,以消除意外的高压脉冲。

经验表明,模型线圈试验中最重要的因素之一是检测失效的电路保护器的特性。见附录 A 的 A3。

4.4.4 其他诊断试验

其他诊断试验可按 IEC 60034-18-1:1992 中 5.5.4 进行。

4.5 分析、报告与分级

应遵循 IEC 60034-18-1:1992 中 5.6 给出的规程。记入报告附加项目,见 4.4.1 和 4.4.3。

5 规程 2:整机试验程序

5.1 概述

5.1.1 规程 2

本规程使用实际电机作被试样品,称为本标准的规程 2。

5.1.2 一般特征

本热寿命试验规程由若干周期组成,每一周期含:

- 热老化分周期;
- 诊断分周期,包括潮湿试验。

电机运转时连续施加电压时,电压也是一个诊断因子。

在高于实际温度下进行试验时,热机械应力增大,热分解产物的浓度会增高。也可以认为,反常的高机械应力和电压产生的样品失效与长期运行产生的失败其性质是不同的。

由于关键性试验参数,制造工艺与电机试验方法的不同,要将不同制造厂的电机试验结果相互比较是非常困难的。本试验规程的意图是在一个制造厂和同一试验设备上比较电动机的绝缘结构。

即使用实际电机做试验,其结果也不能用以确定电机的实际运行寿命。通过绝缘结构的对比,这些试验只能用作划分等级的方法。

5.2 试品

5.2.1 试品结构

本规程的试品为完整的电动机。为增强机械寿命,试样电机可作些改进。只要其绝缘结构及其工作环境没有变化,允许采用各种技术以提高试样电机的温升。

在以实际电动机作试验的过程中,部件的尺寸、绕组的制造工艺及成型确实会影响试验结果。因此,应采用在正常生产中已经采用的或将要采用的制造工艺。

5.2.2 试品数量

每一种绝缘结构在每一个老化温度点上至少应有 5 台电机投入试验。

5.2.3 质量保证试验

在第一个热老化分周期试验开始之前,应进行以下质量保证试验:

- 电动机装配前的外观检查;
- 按 GB 755 进行的耐电压试验。

5.2.4 初始诊断试验

在第一个热老化分周期试验开始之前,每一台完整的试品应按 5.4 规定进行诊断试验。

5.3 热老化分周期

5.3.1 老化温度与分周期的时间

应当遵循本标准 3.7 规定。

试验温度应用电阻法测量,可安装热电偶用以控制温度。在达到热老化温度后,温度应精确控制在 IEC 60034-18-1:1992 中 5.3.3 规定的范围内。如果任何一台电动机的温度与同一温度下试验的电动机组的平均值的差异很大,则应在试验报告中加以说明并在数据分析中予以考虑。

5.3.2 加热设备

产生热量的方式取决于试验所用电动机的型式及实验室设备条件。通过加大气隙、增加起动和正反转次数、在正常交流电流上叠加直流电流或提高电动机周围空气温度等方法可增大电动机的损耗,从而使电动机绕组达到高于正常值的温度。为了调节热老化周期期间的温度,使电动机在正常电压和频率下运行,利用电控装置,不时地使之自动起动、停机或反转。也可采用其他方法,包括自动地改变电压、调节周围空气温度或两者相结合使用。

应在试验报告中详述加热设备。

单相电动机在热老化周期期间,每天至少要要进行 250 次启动-停机操作。单相电动机在起动时起动绕组的电流密度远大于主绕组的电流密度。每次起动时,起动绕组的温度要比主绕组高(10~30)K。为了保证试验重点放在主绕组部分绝缘结构上,应采用合理的起动次数。

多相电动机在热老化周期期间,每天至少要要进行 1 000 次起动或反转操作。采用反转时电损耗维持升高的温度,在这种情况下每天的反转次数可能大大超过 1 000 次。在寿命试验过程中,最高温点的总曝露时间相对较短,使得反转次数相对较少。最低温点的曝露时间可能是高温点的(16~20)倍。总起动次数的较大变化,会影响老化周期内温度曲线的斜率。故推荐低温点时的反转次数不大于高温点反转次数的 2 倍。最理想的是每一温度点的反转次数相同。

5.3.3 热老化规程

电机在 5.3.2 描述的热老化周期中运转,升温时间作为热老化时间的一部分而降温时间则不计在内。在老化分周期结束后,诊断试验分周期开始前,电机应冷却到室温。若电机是开启式通风结构,由于通风不受限制,使其空转一段时间可加快冷却速度。

5.3.4 热老化分周期中的机械应力

由于电动机运转引起的正常振动及起动或反转,或两者兼有在试验中的实际电动机上产生机械应力。在起动与反转时产生机械冲击。增大气隙,两倍工频的振动幅度会增大。当电机起动与反转时,大电流会在绕组上产生一个较大的机械力。试验中是在提高温度状态下出现这些机械力的。

试验电动机刚性安装,也可以安装在减震垫上,使所有电动机承受均一的冲击量。应在试验报告中说明安装方法。含有待定绝缘结构的试品与含有基准绝缘结构的试品应以同样的方式安装。

5.4 诊断分周期

5.4.1 潮湿试验

对全封闭电机(防护等级为 IP44 及以上)以及直流电机作潮湿试验不切实际,故不必强制执行。除此之外,其他电机至少应进行 48 h 的潮湿试验。试验过程中绕组上产生可见潮气凝露但不连成片。为此,绝缘结构的温度应一直低于周围含水空气的露点。满足这要求的最好方法就是采用如附录 C 中 C2 所述的可冷却试品的冷凝试验箱。

由于较大的电机可能移动困难,在潮湿箱内难以支撑,或不具备适宜设备。可采用其他加潮气方法,包括:电机加密封罩,或用传统的潮湿箱或雾气箱。

全封闭电机如进行潮湿试验,应拆去端盖或接线盒盒盖或者在机壳上开孔以经受潮气。

潮湿试验中不施加电压。

5.4.2 耐电压试验

耐压诊断试验贯穿于整个热老化分周期。

潮湿试验后,绕组还处于潮湿状态下,电动机应立即起动并运转。对运转前要重新装配的电机,在装配前绕组还处于潮湿时,以最高额定电压施加于绕组与地之间进行工频耐电压试验,历时 10 min。至少在热老化分周期的部分阶段,电动机应在其最高额定铭牌电压下运行。应当使用经限流阻抗接地的电源,并且电机外壳应当接地,如是在整个热老化分周期中电压应力始终存在。应当使用对地电流检测电路,用以检测对地绝缘失效时间。在额定电压下,通过绕组绝缘的电气失效确定受试电动机寿命的终点。单相电动机在两个旋转方向无差别的起动说明起动绕组已失效。

为限制意外的高压脉冲,建议在试验线路中接入冲击电压保护器。

5.4.3 其他诊断试验

电动机的每一绕组或每一相可依次进行重复性冲击比较试验。由于冲击试验同样作用在对地绝缘上,故无须再施加高于 GB/T 755 中规定的对地电压峰值的电压。

其他诊断试验可按 IEC 60034-18-1:1992 中 5.5.4 执行。

5.5 分析、报告及分级

应遵循 IEC 60034-18-1:1992 中 5.6 的规程。

记入报告的附加项目,见 5.3.1 和 5.3.2。

6 规程 3:“带绕组定子”试验规程

6.1 概述

6.1.1 规程 3

本试验规程用嵌于定子槽中的绕组作为试品,称为本标准的规程 3。

6.1.2 一般特征

本热寿命试验规程由若干周期组成。每一周期含:

——热老化分周期

——由机械性能试验、潮湿试验和耐电压试验组成并按顺序进行的诊断分周期。

6.2 试品

6.2.1 试品结构

试品为实际定子中的实际绕组或实际绕组的一部分。

每一试品可含若干单独试样。

每一试样应包含匝间绝缘、线圈间绝缘以及线圈对地绝缘的特征。

试样应采用正常工艺或准备采用的工艺制造。

6.2.2 试样数目

每种绝缘结构在每一老化温度下至少采用 2 个试品,至少有 10 个试样进行试验。

6.2.3 质量保证试验

在首次热老化分周期开始前,应做以下质量保证试验:

- 试品的外观检查;
- 按 GB 755 进行耐电压试验。

6.2.4 初始诊断试验

在首次热老化分周期试验开始以前,每一个完整的试品应经受 6.4 规定的诊断性试验。

6.3 热老化分周期

6.3.1 热老化温度与分周期的时间

应遵循 3.7 规定。

6.3.2 加热设备

应依适用情况可采用符合 IEC 60034-18-1;1992 中 5.3.3 规定的热老化烘箱,或者是采用内部电阻加热方法。

6.3.3 热老化规程

若使用热老化箱,热老化分周期开始时把试品直接放入已加热的老化箱中,分周期结束时,应将试品直接从热老化箱中移至室温空气中,或用其他方法冷却。

如可能,试品在老化箱中放置位置应当是随机的。参见 4.3.3。

6.4 诊断分周期

6.4.1 机械性能试验

试验前应将试品冷却到接近室温。

产生机械应力的方法应记入试验报告,可以使用振动台试验。

机械应力应与运行中出现的瞬时应力具有同样的特点,其幅值至少应等于运行中最大瞬时应力。

按瞬时应力幅值施加的机械应力其振动次数应不少于 1 000 次。

注:可以用过电流试验产生电动力,其值大小至少应与电动机反转时产生的力一样大。

6.4.2 潮湿试验

按 IEC 60034-18-1;1992 中 5.5.2,潮湿试验至少应持续 48 h。在潮湿试验时,在绕组上应有可见潮气凝露但不连成片。试品应接近 15℃~35℃ 的室温,其实际试品温度应记入报告。试验时无须在试样上施加电压。推荐的加湿设备见附录 C 中 C1。

6.4.3 耐电压试验

为检查试样状态和确定到达寿命终止的时间,在每次连续受潮试验之后,应在试样上施加电压。

施加的试验电压应在表 1 中选择。根据试验经验,允许使用其他试验电压值确定寿命终点,只要该电压对基准结构和待定结构保持一致。施加电压与表 1 规定值的偏差应记入报告。

试验电压应依次施加于匝间、线圈间以及线圈对地之间,历时 10 min。应在试样仍保持潮湿状态时,最好在接近室温的潮湿箱内施加电压。建议在试验线路中接入冲击电压保护器,以消除意外的高压脉冲。

6.4.4 其他诊断试验

IEC 60034-18-1;1992 中 5.5.4 进行其他诊断试验。

6.5 分析、报告与分级

应遵循 IEC 60034-18-1;1991 中 5.6 给出的规程。

记入报告的附加项目,见 6.4.1、6.4.2 和 6.4.3。

7 规程 4:磁极绕组试验规程

7.1 概述

7.1.1 规程 4

本试验规程用磁极绕组作试品,称为本标准的规程 4。

7.1.2 一般特征

本热寿命试验规程由若干周期组成,每一周期包含:

——热老化分周期

——诊断分周期,依次分别为:机械性能试验、潮湿试验和耐电压试验。

7.2 试品

7.2.1 试品结构

本规程的试品用以模拟安装于磁极上的磁场线圈的绝缘结构。包含所有的基本元件,并尽可能代表完整的绕组绝缘结构。

a) 散绕磁场线圈

对小型直流电机和同步电机用的散绕磁场线圈,应以适当、方便的模型作试品。

附录 B 介绍了一种模型线圈组合的实例,用于试验散绕定子磁场线圈绝缘。如果需要,可用产品中的实际磁极。在某些情况下,如线圈-磁极组件中形成的应力使得成型磁极框架发生偏斜变形,必须用产品中的实际磁极。这种偏斜将导致与实际运行状态不同的变化。

b) 严格排线绕制的磁场线圈

附录 B 介绍了一种用于如大型直流电机的分层绕制或严格排线绕制的磁场线圈试品例子。试验装置与散绕试验设备相类似,但去掉了极靴部的弯曲部分。

7.2.2 试品数目

每种绝缘结构在每一个老化温度点至少应投入 10 个试品。

7.2.3 质量保证试验

在首次热老化分周期试验前,须先进行下列初始试验:

——试品的外观检查;

——按 GB/T 755 进行耐电压试验。

7.2.4 初始诊断试验

在首次热老化分周期试验前,每一个完整的试品应经受 7.4 规定的诊断试验。

7.3 热老化分周期

7.3.1 老化温度与分周期时间

应遵循 3.7 规定:

7.3.2 加热设备

应采用符合 IEC 60034-18-1:1992 中 5.3.3 要求的热老化箱。

7.3.3 热老化规程

老化分周期开始时,应把试品直接放入已加热的老化箱中。分周期结束时,应将试样直接从老化箱中移出到室温空气中。

如可能,试品在老化箱中放置的位置应是随机的,见 4.3.3。

7.4 诊断分周期

7.4.1 机械性能试验

每一热老化分周期后冷却到室温,每一试样应经受机械应力试验。

建议所施加的机械应力应与实际使用时所经受的应力性质一致,且与正常运行中的最高应力相当。

按 IEC 60034-18-1:1991 中 5.5.1 规定,定子线圈的标准试验是使用振动台进行试验。试品的安装

应使其产生的振动方向与导线匝平面成直角,使线圈端部产生的振动与实际使用的电机绕组端部径向力作用下的振动一致。振动试验应在室温下进行,且不加电压。试样应受激振动 1 h。建议的振幅如下:频率 50 Hz 时峰-峰振幅值为 0.3 mm;频率 60 Hz 时峰-峰振幅值为 0.2 mm,相应于 1.5 g 的加速度 (15 m/s^2)。如上述原则要求采用更大的振幅,应予以采用并记入报告。

遵循上述原则,若采用其他方法进行振动试验,则应在报告中详细说明并申明采用理由。例如可使凸极转子线圈进行旋转,以模拟实际运行时承受的离心应力。

7.4.2 潮湿试验

至少应进行 48 h 的潮湿试验。试验中绕组上应有可见潮湿凝露但不连成片。试品应接近 $15^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ 范围内的室温。实际试品温度应记入报告,见附录 C。

7.4.3 耐电压试验

每一次潮湿曝露后,应进行工频耐电压试验,以检查试样状态并确定到达寿命终止的时间。

为确定寿命终止时间,根据试验经验允许对试样施加其他试验电压,只要该电压对基准结构与待试结构保持一致。实际电压与规定电压的差值应记入报告。

试验电压应依次施加于匝间、线圈间(如果适用)以及线圈对地之间,历时 10 min。应在试样仍保持潮湿状态时,最好在接近室温的潮湿箱中进行,建议在试验线路中接入冲击电压保护器,以消除意外的高压脉冲。

表 2 规程 4 的试验电压

额定磁场绕组电压 U_N, V	推荐的工频试验电压(有效值),V	
	线圈间或线圈对地	导体间*
≤ 35	200	110 ± 10
36~250	500	110 ± 10
251~660	1 320	110 ± 10
> 660	$2U_N$	110 ± 10

* 允许电压范围,但选定值应保持前后一致

7.4.4 其他诊断试验

其他诊断试验可按 IEC 60034-18-1:1992 中 5.5.4 执行。

7.4.5 分析、报告与分级

应遵循 IEC 60034-18-1:1992 中 5.6 的规程。记入报告的附加项目,见 7.3.1、7.3.2 和 7.3.3。

8 规程 5:带绕组转子试验规程

8.1 概述

8.1.1 规程 5

本规程用嵌于转子槽中的绕组线圈作为试品,称为本标准的规程 5。

8.1.2 一般特征

本热寿命试验规程由若干周期组成。每一周期含:

——热老化分周期;

——诊断性分周期,依次包括机械性能试验、潮湿试验和耐电压试验。

8.2 试品

8.2.1 试品结构

对散嵌电枢(直流电机转子),经验表明,在绝缘结构评定中体现绕线转子所要求特性的最适当的试品是转子本身。所以,试品是装于转子槽内的实际绕组或绕组的一部分。

通常,试品的制造过程中,绝缘配置、绕组线圈安排以及树脂或浸渍处理应遵循正常电枢制造规程。内部连接应能进行匝间、线圈间和线圈对地间的介电检查试验或绝缘状态检查,检查一般就以上述顺序进行,以获取最多的数据。为此,连接方式可与一般生产实际不同。对换向器电机,一种建议连接方式是对每一线圈的首端和尾端接到同一换向器上,这样做出的绕组不能作为电机来运转,但线圈间可互相隔离以使进行测量。为满足试验目的,也可以采用隔离匝间或线圈间的其他连接方式。采用的连接方式应记入报告。

试品的换向器设计与用材是很重要的。试验目的仅是评定电枢绕组绝缘,故最好排除换向器的影响。为此,绕组和换向器可采用不同的冷却方式,从而具有不同的温升。因为绕组与换向器选用材料的热容量不同。对这种情况,可用一套工夹具代替换向器以满足线圈端接线与测试之需。

如试验目的是为了评定绕组与换向器整体,为确保正确的测试及获取有用的数据,通常换向器(特别是小型试品)要作些改动。换向器裸铜及换向片间、换向片与连接点或地之间的距离很短,这些都是换向器设计与功能固有特点,在耐电压试验中会引起闪络或绝缘过度烧伤。为缓和这种情况,在施加电压之前,可擦去或吹干换向器上过分的潮湿水气。同可将换向器表面和裸露连接用套壳包封起来。

8.2.2 试样数目

每种绝缘结构在每一老化温度点至少需要 10 个试样。一个转子含有多种绝缘结构,每种绝缘结构都互相隔离且作出标记。最好是绕制几个转子,每个转子含有不同的绝缘结构,在每一老化温度下进行试验。

8.2.3 质量保证试验

在首次热老化分周期试验开始之前,应先做以下质量保证试验:

- 试品的外观检查;
- 按 GB 755 进行耐电压试验。

8.2.4 初始诊断试验

在首次热老化分周期试验开始之前,每一个完整的试品应经受 8.4 描述的诊断性试验。

8.3 热老化分周期

8.3.1 热老化温度与分周期时间

应遵循 3.7 规定。

8.3.2 老化设备

应使用符合 IEC 60034-18-1:1992 中 5.3.3 要求的老化箱。

8.3.3 热老化规程

热老化分周期开始时,须把试品直接放入已加热的老化箱中,结束时应将试品直接从老化箱中移至室温空气中。

若可能,试品在老化箱中的放置位置应是随机的,见 4.3.3。

8.4 诊断分周期

8.4.1 机械性能试验

通过机械方法带动转子旋转以产生运行中出现的离心力,或按实际电机工作周期反转,或用 1 h 的振动试验对夹持转子的装置施加机械应力。实际采用的方法应记入报告。

建议上述应力应当与正常运行中预期的最大应力一样严酷。

8.4.2 潮湿试验

至少应持续 48 h。试验中在绕组上应有可见潮湿凝露但不连成片。试品应处于约 15℃~35℃室温范围。实际试品温度应记入报告,见附录 C。

8.4.3 耐电压试验

a) 直流电机转子

为检查试样状态,确定寿命终止时间,相继每次潮湿试验之后,应做耐电压试验,试验电压值如

下表。

表 3 规程 5 的试验电压值

额定电压 U_N, V	推荐的工频试验电压值(有效值),V	
	线圈对线圈或线圈对地	导体之间*
≤ 35	200	110 ± 10
36~250	500	110 ± 10
251~660	1 320	110 ± 10
> 660	$2 U_N$	110 ± 10

* 允许电压范围,但选定值应保持前后一致。
注: U_N 指额定直流电压。

基于试验经验也可以使用其他试验电压确定寿命终点,只要该试验电压对基准绝缘结构和待定绝缘结构保持一致。实际使用电压与上述规定值的差值应记入报告。

试验电压依次施加于匝间、线圈间及线圈对地,试验时间为 **10 min**。施加电压时试样应仍处于潮湿状态,最好试样还在潮湿箱中接近室温条件下进行。建议在试验线路中接入冲击电压保护器,以消除意外的高压脉冲。

b) 交流电机转子

交流电机转子的耐电压试验程序及试验电压值尚在制定中。

8.4.4 其他诊断试验

其他诊断试验可按 IEC 60034-18-1:1992 中 5.5.4 执行。

8.5 分析、报告与分级

应按 IEC 60034-18-1:1992 中 5.6 的程序执行。应记入报告的附加项目,见 8.4.1、8.4.2 和 8.4.3 中的 a)项。

附录 A

(提示的附录)

模型线圈(Motorette)结构(举例)

A1 简介

A1.1 材料

- 金属零件(导线除外):不锈钢
- 绝缘子:陶瓷或其他耐高温材料
- 线圈和绝缘:实际产品使用的或准备使用的线圈和绝缘

A1.2 尺寸

试样尺寸应大致与实际产品一致。爬电距离、绝缘厚度及空隙应等同或小于实际产品的数值。

A1.3 结构

模型线圈的基本部分是安装在同一对槽内的两个线圈。用不锈钢板以适当方式形成槽并安装在模型线圈的基板上。四个绝缘子也安装在基板上,模型线圈结构基本原理见图 2。

线圈由 2 极电磁线并绕而成。槽满率应使其与实际产品中的槽满率相同,依此确定线圈匝数。

两个线圈与绝缘子的连接,应能方便地进行对地、线圈间与导体间的试验。

模型线圈不能模拟诸如绕线下线技术实际制造工艺的影响。因此,制造工艺影响应减至最小。模型线圈应用简单的工具用手工装配。

在评定特定绝缘结构应用材料的相容性方面模型线圈是很有用的方法。

A2 详尽的模型线圈结构(举例)

在试验室中,为了更好或更方便地达到试验目的,对所描述的模型线圈装置可能要作些改动,在本附录中就不需要提供更为详尽的资料了。然而,如不具备广泛的绝缘结构评定经验,或者是试图对不同试验室得出的试验数据进行比较,就应严格地遵照本附录所描述的模型线圈结构要求。经验表明,只有精心地设计和制造的模型线圈试样,在不同试验室得出的试验结果才有可比性。

下面所述是一种很多不同的实验室采用多年并得到一致结果的一种模型线圈结构设计:

图 1:组装前模型线圈的所有元件,包括电气绝缘材料、绕组线和金属零件。

图 2:一个完整的模型线圈。

图 3:组装前模型线圈框架和基板的金属零件。

完整的模型线圈有一个刚性金属支承底座,其一端装有 4 个用螺栓固定合适的陶瓷或其他适用材料制成的支座绝缘子。另一端有内外板件构成的两个槽,用螺栓固定在底座上。底座上面开有几个孔,在作振动试验时用以固定模型线圈。槽部分由不锈钢板制成。组装的槽部有 2 个线圈,用槽绝缘构成对地绝缘,彼此间有相绝缘,用槽楔固定在正当位置,如同实际电动机所使用的一样,这些都是典型的零件。每个线圈都是双线并绕,以便进行导体间的电气试验。它们可以一般车间实际生产的机绕方式绕在轴上或模子上。只要合适,线圈结构与处理工艺可以修改,以模拟预期使用状况。下面详细叙述模型线圈的制作。

对执行本标准,这是一个结构实例。

模型线圈元件

1) 电磁线——1.2 mm 绕组线,2 级厚膜涂层。

2) 槽绝缘——厚 0.25 mm 的绝缘材料切成 70 mm 宽的卷料。将二边各折进 3.2 mm,最终成为 64 mm 宽。每端可伸出槽外 4.8 mm。

3) 相绝缘——两片 0.25 mm 厚, 13 mm×75 mm 的绝缘片和一个外径为直径 64 mm, 内孔径为 38 mm 的环形绝缘片, 可使之与两矩形绝缘片搭接 6.4 mm。

4) 槽楔——从预制成 U 形料上切下的槽楔在基部的宽度为 9.5 mm, 长为 76 mm。槽楔一端应倒成圆角, 以保证能顺利地穿过槽子。

5) 套管——绝缘套管应有足够的尺寸和长度, 以便穿过并覆盖住自槽部中心至接线端子之间的引接线。

6) 绑线——足够长, 以便将线圈与引接线绑扎在一起。

7) 包扎带——电工级, 13 mm 宽。

8) 电工绝缘漆或树脂。见 IEC 60455 或 IEC 60464 出版物。

上面列出的材料都是待定或基准绝缘结构的组成部分。

模型线圈的组装

1) 绕组线圈——每个线圈应在近于椭圆形的绕线模上绕制。绕线模两平行边长为 64 mm, 相互间隔为 44 mm。椭圆形的两端呈直径为 44 mm 的半圆形。每个线圈有 2 根导线并绕的 20 匝(共 40 根导线)。每个槽中有 2 个线圈边, 亦即每槽中嵌有 80 根导线。距半圆形端中部 5 mm 处切短并绕两导线的一端作为不连接端。用包扎带将此 5 mm 长度部分包扎好。两个不连接端的最小距离为 5 mm。另外的导线端自线圈的两个直线部分引出, 全长套以绝缘套管作为引接线。用绑线把带套管的引接线与线圈扎紧。如图 2 所示。

2) 金属零件的清洗与组装——组装前, 模型线圈的金属零件要在甲苯与工业酒精各占一半的溶剂中浸泡 30 min 以上。每个零件从溶剂中取出后, 须用新溶剂漂洗, 然后用不起毛的布擦拭干净。模型线圈的金属件要小心安装, 以保证槽部的宽度相等而且各边平行。一个简单的方法是取二块宽度与槽部相等的木块, 在扭紧槽部压紧螺栓前将木块放在槽中以对准槽部。

3) 安放槽绝缘——从条料上切出 64 mm 方形槽绝缘, 使之弯曲以适应槽形。在槽楔下槽绝缘可以交叠, 并在槽的两端各伸出 5 mm。应仔细地放置槽绝缘, 使得槽两端伸出长度相等。

4) 嵌入线圈——为避免下线时擦伤绕组线, 槽绝缘应折转覆盖住槽顶部的模拟齿尖。下层线圈下线时, 应使其不连接端处于线圈的下面, 引接线处于线圈的上面。下层线圈下线毕, 仔细地放置相绝缘, 使之在槽内完全覆盖下层线圈。如槽内的相绝缘尺寸过大, 可向槽顶方向折弯。相绝缘的尺寸和放置须保证均匀、平展地完全复盖下层线圈。下层线圈端部要平整, 以免损伤槽绝缘的边缘。以同样方式嵌入上层线圈, 只是其不连接端置于线圈的上面, 引接线置于线圈的下面。调整上层线圈, 使上下两线圈的边缘保持一致, 确保上层线圈靠近相绝缘的导线不会滑动。

5) 连接引出端——引接线要仔细测量以保证与绝缘子相接。在连接到绝缘柱前, 引接线要剥去至少 13 mm 长的漆膜并以焊锡涂覆。下面线圈的引接线与内绝缘柱接, 上面线圈的引接线与外绝缘柱接。线圈嵌入后, 槽绝缘端部要搭盖在线圈上, 槽楔嵌入槽绝缘顶部。

6) 电气试验——线圈按 4.3.3 作耐电压试验。如认为有必要还可作绝缘电阻检查试验。若通过, 则用绝缘漆或树脂处理模型线圈。

7) 绝缘漆或树脂处理——绝缘漆或树脂处理应采用与实际产品相同的浸渍材料, 并尽可能按实际生产工艺进行。

8) 模型线圈安装——10 只模型线圈用螺栓固定在 13 mm 左右厚的硬铝板上。为不阻碍空气流通铝板在各模型线圈之间应有多个大孔。铝板的尺寸要适合老化箱与潮湿箱, 并能在振动台上固定。

A3 耐电压试验的电路保护器

预校过的机电式过电流电路保护器使用经验相当成熟, 其脱扣时间为 2 s~3 s, 脱扣电流如下:

——导线对导线 0.75A

——线圈对线圈 0.50 A

——线圈对外壳(接地) 0.50 A

附 录 B (提示的附录) 磁极绕组模型(举例)

B1 直流电机散绕磁场线圈的试验装置

作为实例,图4至图7为散绕磁场线圈绝缘结构评定用的试验装置结构详介。对发展自己试品的实验室来说,不一定需要详尽的资料,但对缺乏丰富经验的实验室,或准备把各试验室的试验结果进行比较,则应严格地遵循详细细节。为使制造厂能更准确地模拟他们自己的磁场线圈的结构和设计,可以改动模型的尺寸或设计。

线圈应是典型的磁场线圈,与正常生产的线圈不同之处在于是用双线并绕的,双线并绕的目的是可以做导体与导体间的电性能试验以模拟匝间试验。除了是双线并绕外,其绕制方法应与车间实际生产一样。绕制时应多加小心以防损坏电磁线绝缘。线圈对地绝缘应采用准备用于被试绝缘的车间工艺制造。如正常生产一样,把适用于老化且同线圈绝缘相容的引接线附接于线圈的出线头,引接线接到框架板上的接线端子,所有接线均加以适当的防护。也可以把线圈的出线头直接引出接到接线端子。线圈的出线头要用绝缘套管加以防护。

应指出的是试样只是模型,不可能模拟制造工艺的影响(例如直接绕制工艺)。

B2 直流电机严格排线绕制磁场线圈的试验装置

作为实例,图8至图11为多层绕制磁场线圈绝缘结构评定用的试验装置结构详介。为使制造厂能更准确地模拟他们自己的磁场线圈的结构与设计,可以改动尺寸与设计。

如果方便,可用实际磁极。如果把线圈固定在磁极上的工艺取决于磁极结构的刚性,可能用实际磁极更为理想。同样道理,模型框架宜用重型的钢板。

对缺乏绝缘评定经验的实验室或需要对实验室间的数据作比较,本附录的详细内容是有应用价值的。

除了用双线并绕以使用导体对导体的检查模拟匝间检查外,线圈的绕制应采用通常的实际制造工艺。线圈对地绝缘包括浸漆处理应遵循常规工艺,允许各制造厂采用不同的工艺。用绝缘的引接线附接于线圈的出线头,线圈的出线头套以防护套管直接引出,接到安装在框架上的支座绝缘子。若用引接线,则必须仔细选择,使之能承受热曝露试验而不致于降解或损伤邻近元件。线圈与引接线连接处也应加以适当保护,因为线圈绝缘是评定的重要因素,而不是其他相关元件。对待定绝缘结构而言,线圈在磁极上的安装也应遵循预定的实际生产规程。

附 录 C (提示的附录) 潮湿试验设备

C1 冷凝试验箱

要达到具有冷凝作用的100%相对湿度环境,可以这样做:将一浅水盘置于试验箱底部,浅水盘中放入一个浸入式加热器,把水加热到高于室温5 K到10 K。试验箱顶不隔热,并带有一定斜度,以防止水滴落在试品上。试验箱内部应采用耐腐蚀材料构成,避免使用不同金属连接。门或可移动的罩应采用

悬伸边缘的结构,可使凝集其周围的潮气落入箱体内部。

C2 带有冷却试品的冷凝箱

可以采用上述的试验箱:

试品的底座安装在温度低于周围环境的构件上,以保证绝缘结构的温度低于周围环境的露点。图 12 为显示其基本原理的示意图。图 13 为放在抽屉中的试品支架,由循环冷却介质(水)冷却。冷却介质采用恒温控制,使试品与箱中空气保持规定的温度差,这样保证了在试品上出现冷凝现象。这种温度差与周围正常室温的变化无关。由于恒温槽与冷却介质是恒温控制的,其独立性仅受系统的容量限制。

如果室温升高,超过恒温槽温度,温度控制也不至于失效。传输给被冷却支架的热量使得水温处于加热器的控制范围之内,因而可保持所要求的温度平衡。如室温下降到冷却支架温度之下,可由恒温槽加热器提供热量维持控制,因此种加热与冷却系统间的平衡效果,不必把试验箱放在有空调的房间里。试验箱的内部设计应使试品放在箱顶之下距恒温槽等距离的上方,使得各试样受到热辐射表面、空气温度以及相对湿度等诸因子的同样的作用。

图 13 为放在冷凝箱抽屉中的 10 个模型线圈的支架。预定的潮湿曝露完成后,把试样用电缆连接到试验台进行耐电压试验,电缆与试验箱中抽屉面板上的插座连接。

当试验箱维持在下列温度时,就会产生均衡的冷凝:

- 恒温槽温度 30℃;
- 试品温度 24℃;
- 箱中空气温度(模型线圈上面 25 mm 处):25℃;
- 试验箱顶部下面的中间位置:28℃~29℃。

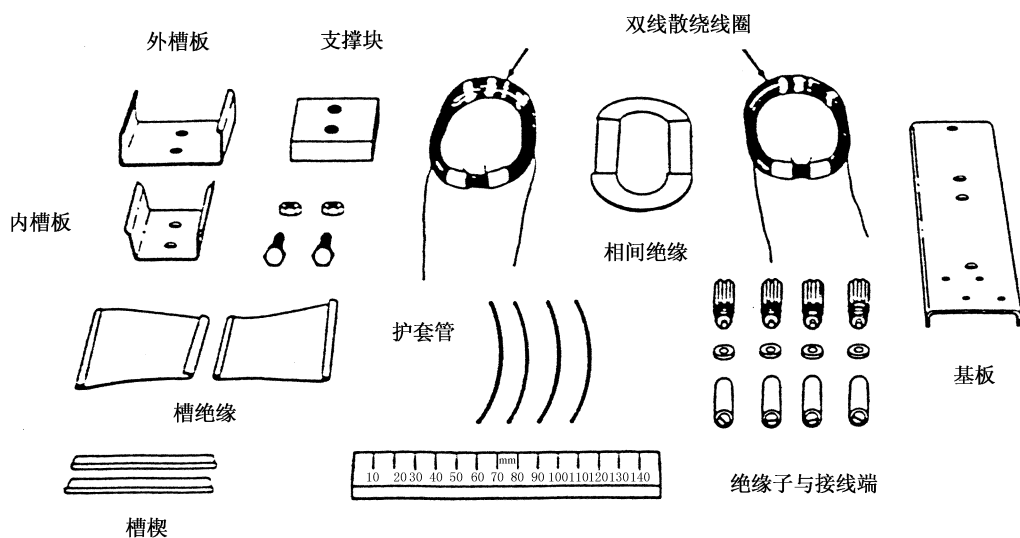


图 1 组装前的模型线圈元件

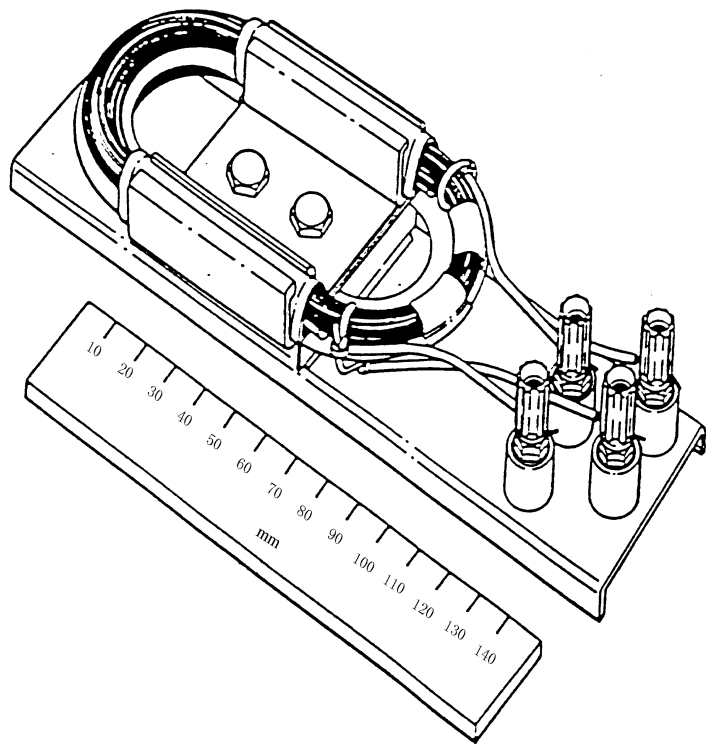


图 2 组装毕及浸渍后的模型线圈

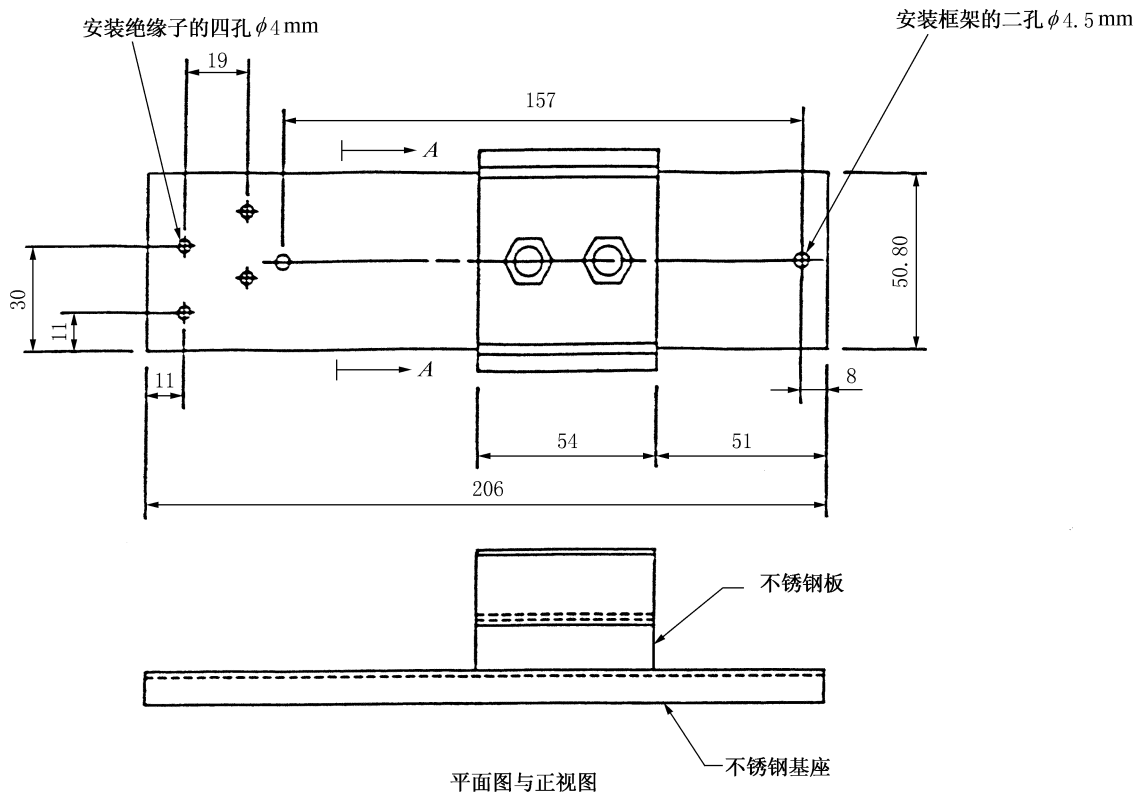


图 3 模型线圈框架组装图

六角不锈钢螺栓与螺帽，二孔 $\phi 8$ mm

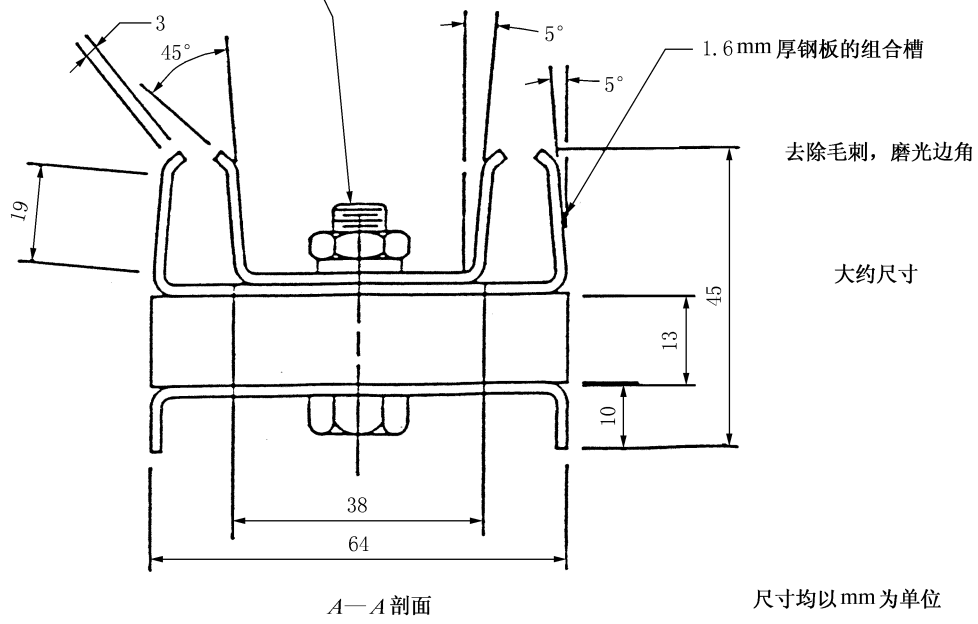


图 3(完)

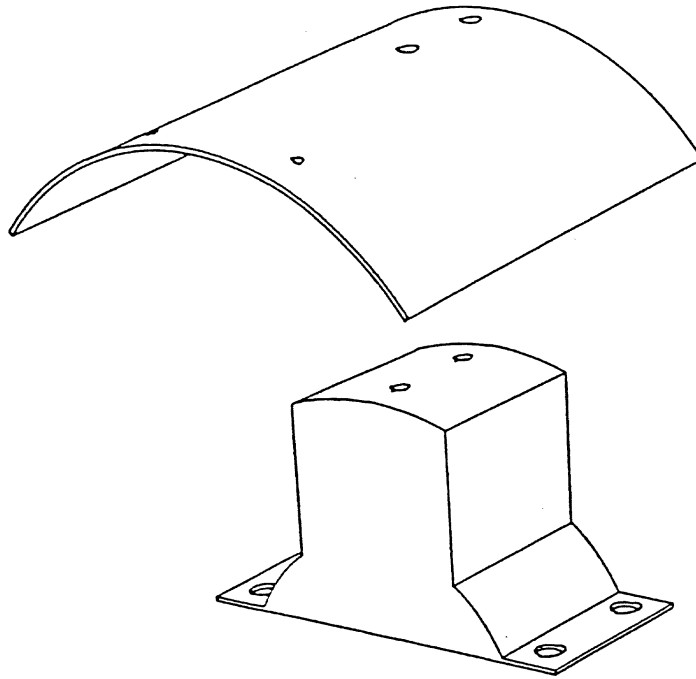


图 4 散绕磁场线圈试验装置

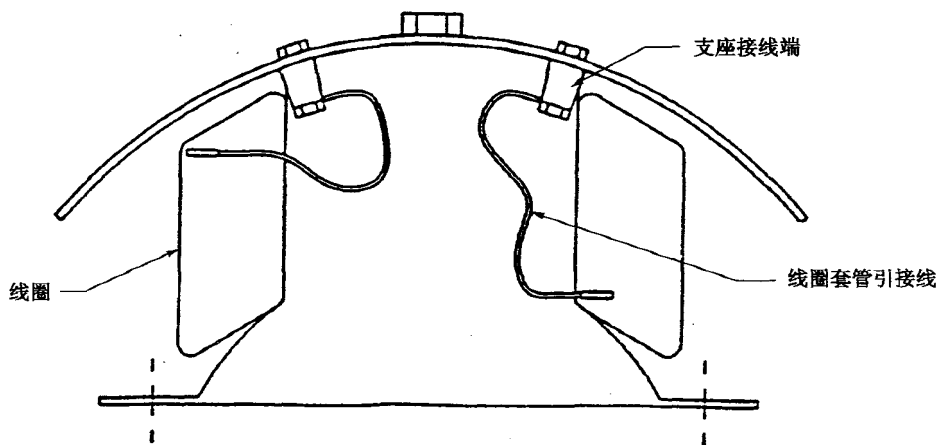
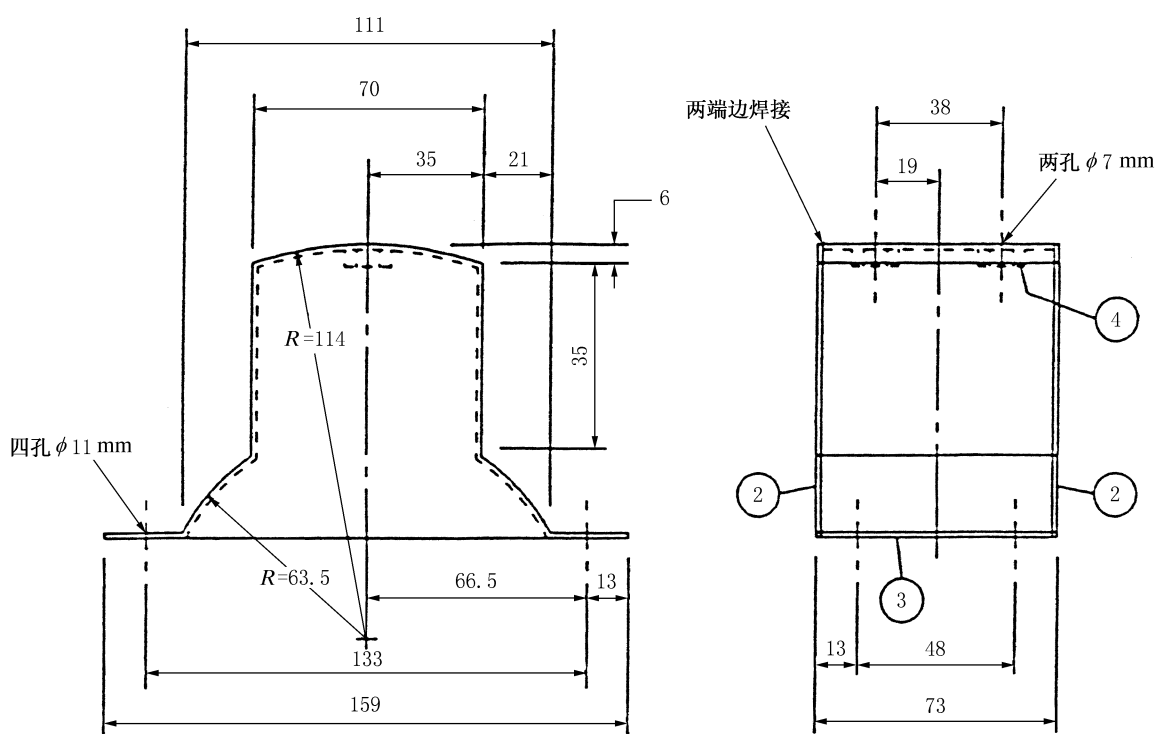


图 5 安装在试验装置上的散绕磁场线圈



②③ 料厚1.6 mm

④ M6×1 六角钢螺母 (2个) 凸焊于③

装配后去毛刺及锈皮整体
抛光镀锌或镀镍板

尺寸均以 mm 为单位

图 6 散绕磁场线圈试验装置模拟磁极的加工图

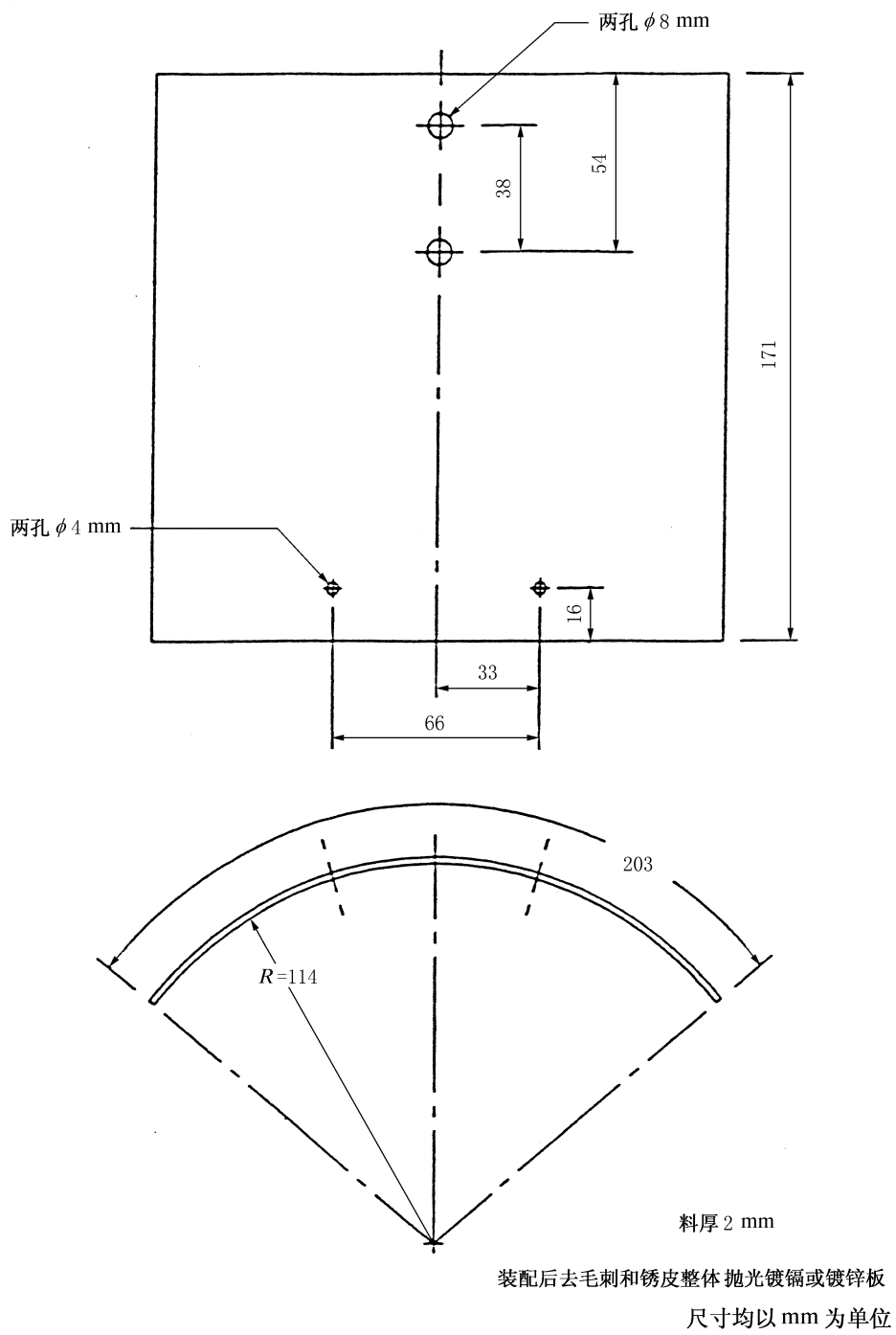


图 7 散绕磁场线圈模拟框架试验装置的加工图

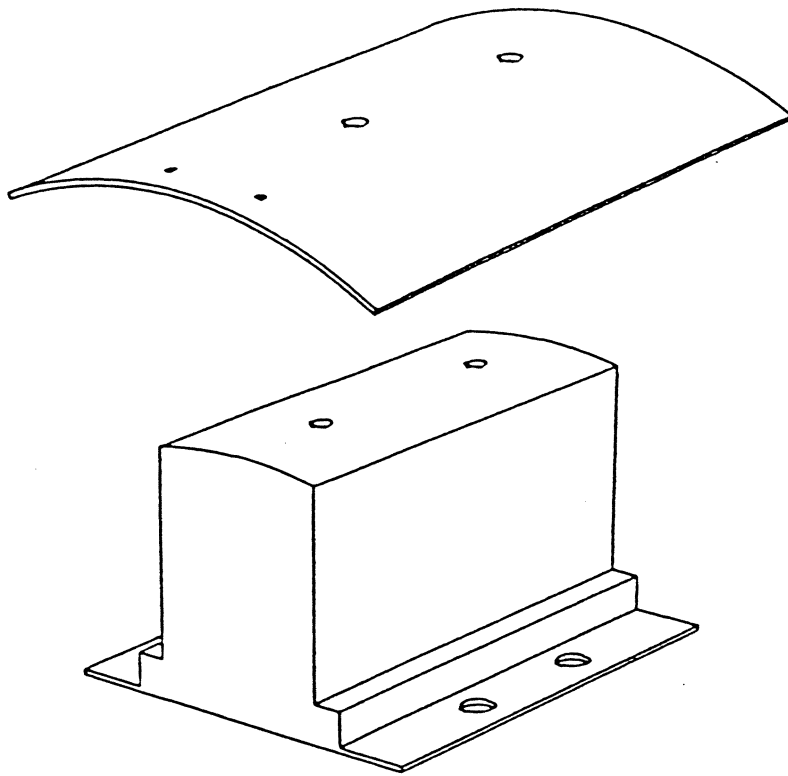


图 8 严格排线绕制磁场线圈的试验装置

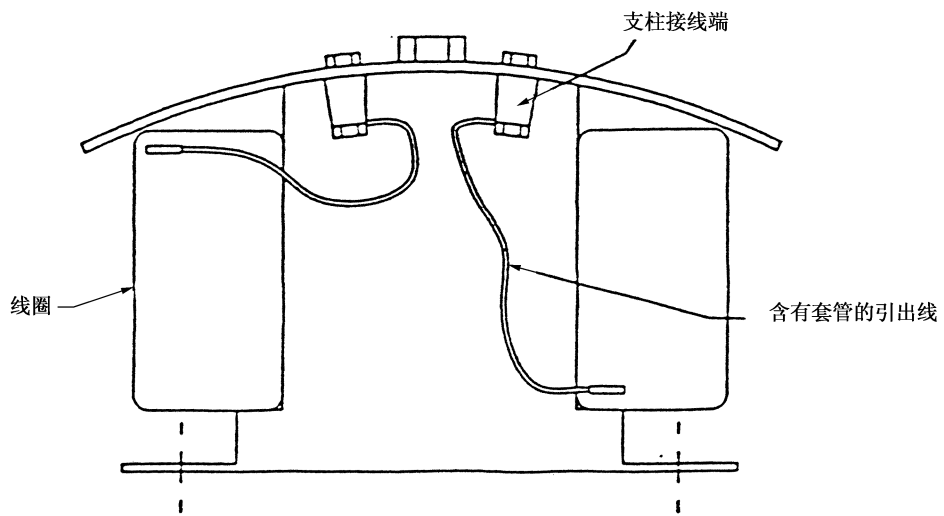
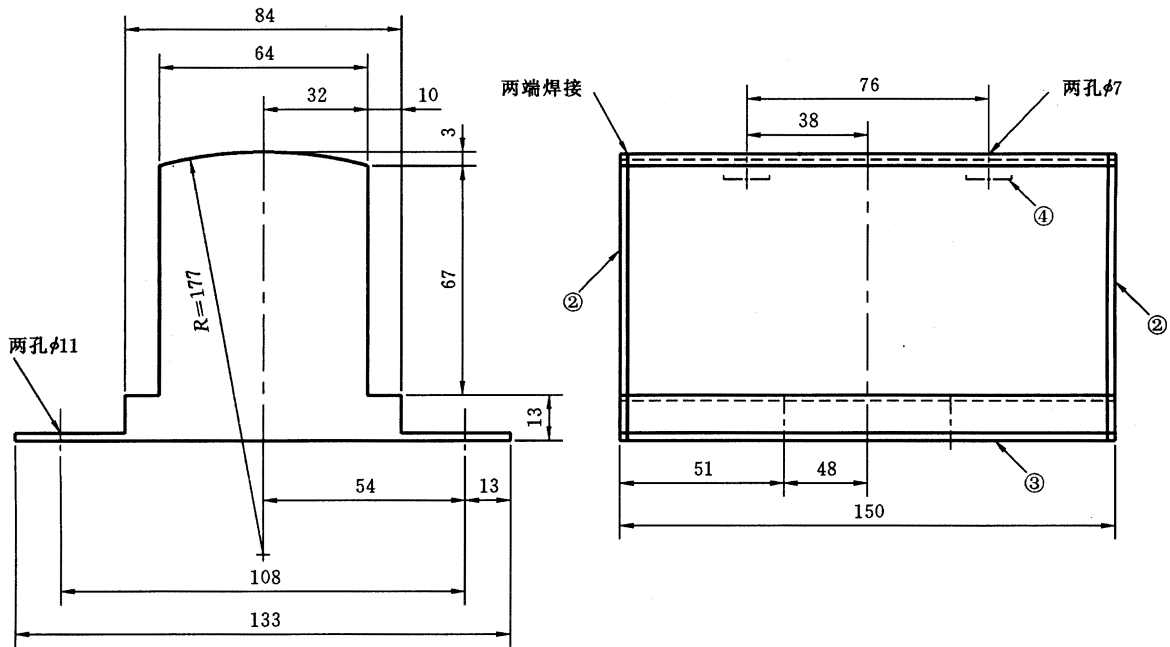


图 9 安装在试验装置上的严格排线绕制的磁场线圈



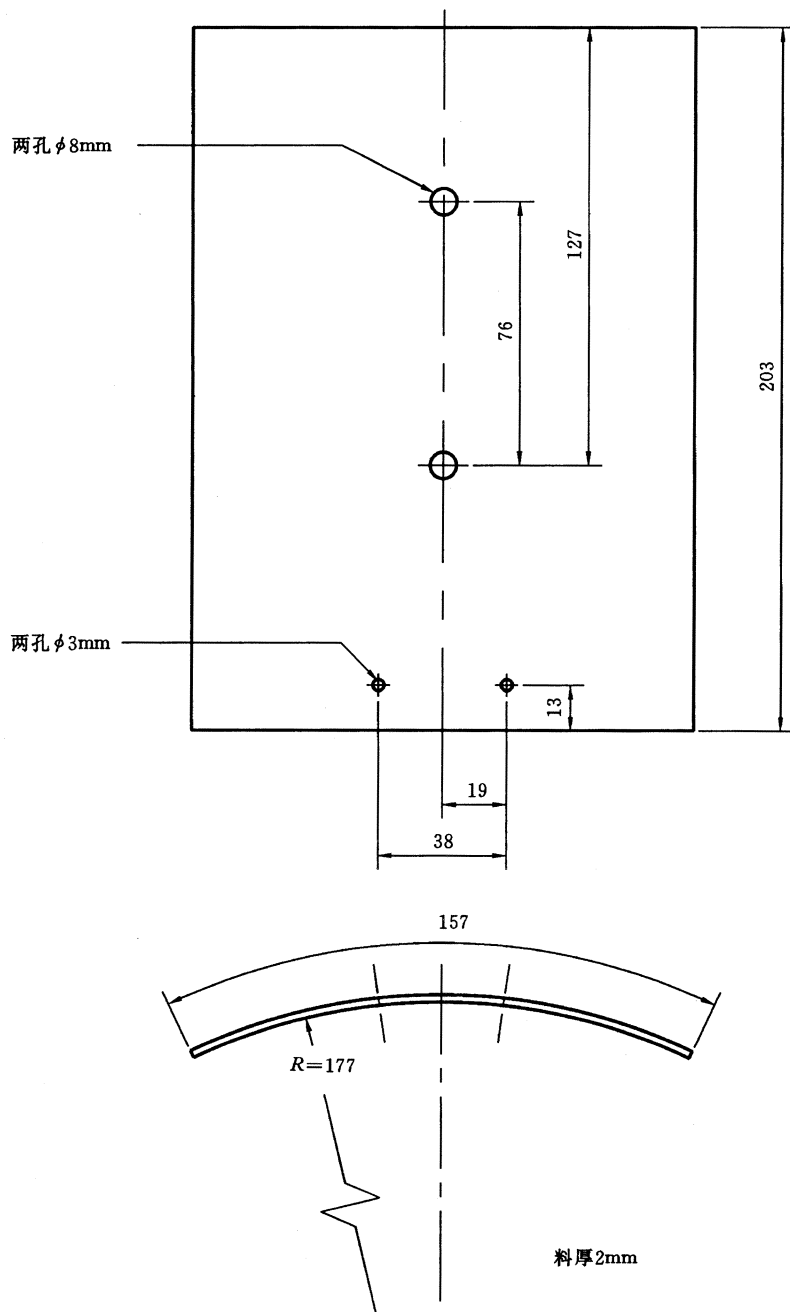
②③ 料厚 1.6 mm

尺寸均以 mm 为单位

④ M6×1 六角钢螺母(2个)凸焊于③

装配后去毛刺和锈皮整体抛光镀铬或镀锌板

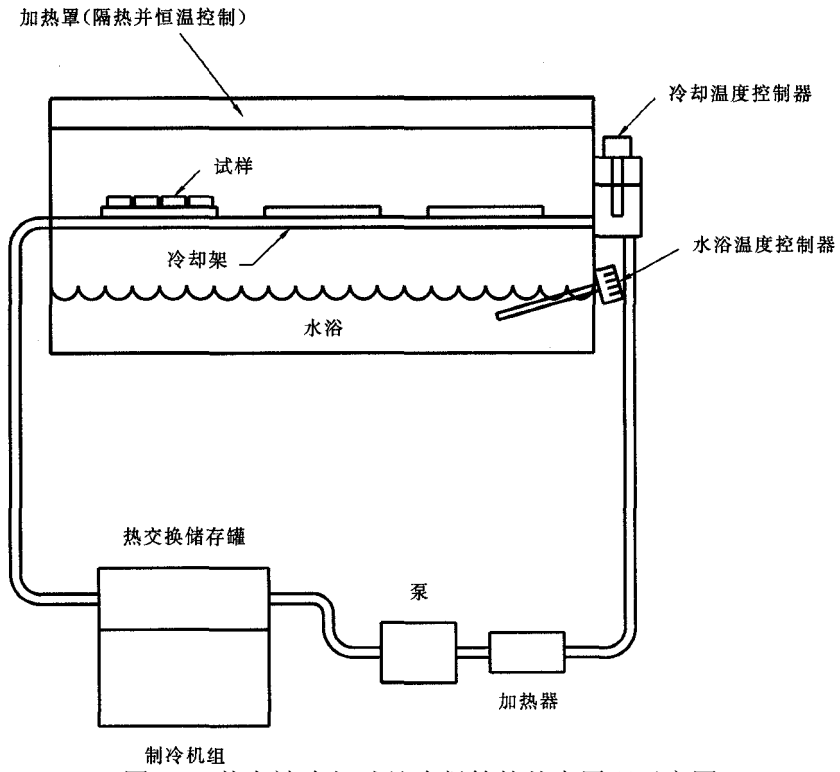
图 10 严格排线绕制磁场线圈试验装置的模拟磁极加工图



装配后去毛刺和锈皮整体抛光镀铬或镀锌板

尺寸均以 mm 为单位

图 11 严格排线绕制磁场线圈的模拟框架加工图



制冷机组
图 12 装有被冷却试品冷凝箱的基本原理示意图

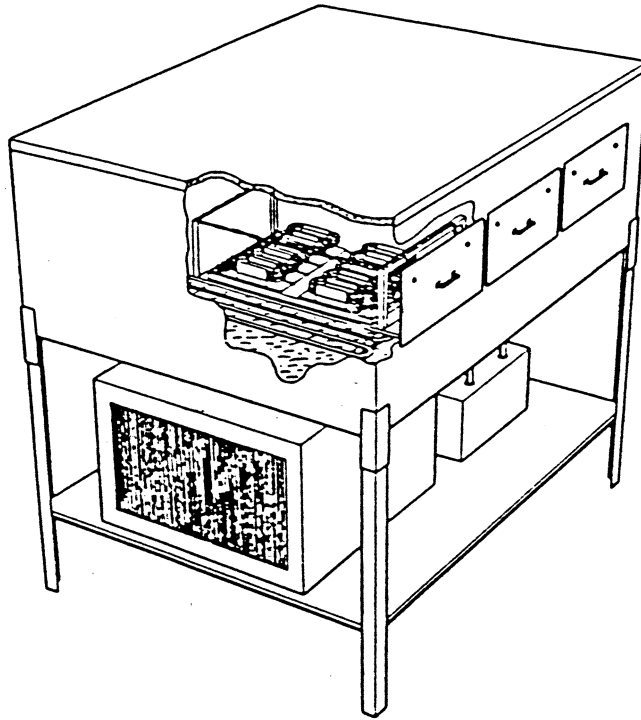


图 13 装有被冷却试品冷凝箱的剖视图