

低压电器基本试验方法讲座（10）

一机部上海电器科学研究所 章德书

六、电器的触头参数及其动作值的测定

（一）触头参数的测量

触头结构参数主要有触头的开距和超行程（简称超程）、触头的初压力和终压力等，它们会直接影响电器的温升及通断能力等基本性能，下面介绍其测量方法。

1. 触头初压力和终压力的测量

触头的初压力是电器的动静触头刚刚接触时，触头上所承受的力。触头具有一定的初压力可以减少触头闭合时的跳动和磨损。触头的终压力是动静铁心完全闭合时，触头上所受的力。它保证触头闭合之后，能可靠地接通和承载工作电流，使触头温升不超过允许值，同时保证触头具有一定的抗振动能力、动稳定性和保安性。在产品的技术要求中，对触头的初压力和终压力都有明确的规定，电器装配后和进行出厂试验时，均要对触头压力进行测量。

1) 触头初压力的测量

触头的初压力是触头弹簧在装配时被预先压缩了一部分所形成的。试验方法规定，

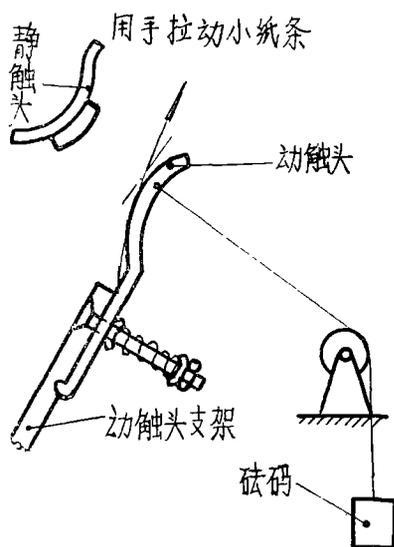


图85 初压力测量示意图

应在触头刚刚接触或完全断开的位置进行测量。由于触头刚刚接触的位置很难固定下来，测量不方便，所以通常是在触头处于完全断开的位置测量。图85示出了这种测量方法的原理，在动触头及其支架之间夹有很薄的光滑的小纸条，不断增加砝码的重量，当小纸条能轻轻地用手拉出来时，砝码的重量就是触头的初压力。采用这种方法有困难时，也可以先测出触头弹簧的变形量，再测出在此变形量下触头弹簧的弹力，然后通过杠杆比折算成触头压力。

2) 触头终压力的测量

测量时，触头必须处于完全闭合位置，可用图86所示的悬重产生拉力，逐渐增加砝码重量，当与触头串联的指示灯刚熄灭时，砝码的重量就是触头的终压力。

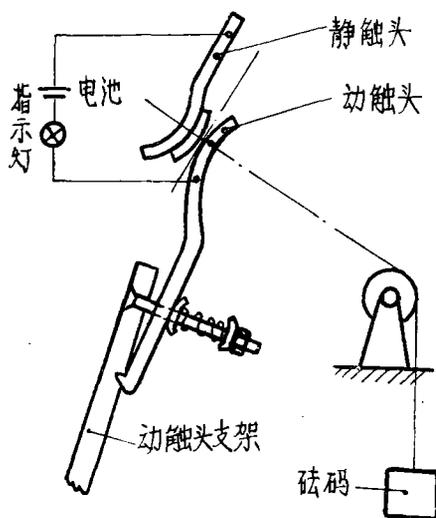


图86 终压力测量示意图

另外也可以用薄的光滑的小纸条夹在动静触头之间，作动静触头分离的指示。当小纸条可以轻轻地拉出来时，表示动静触头刚刚分开。但此法用来测小压力的触头时，误差较大。

用图86所示的方法测量不方便时，也可以象间接测量初压力的方法一样，通过测量

触头弹簧变形量的方法进行换算。

除用砝码外，有时也可用弹簧秤来测触头压力。由于弹簧秤准确度不高，所以应用时要砝码校正。

在测触头压力时，要注意使拉力的作用方向与触头压力的作用方向一致，且在同一直线上，否则应进行换算。

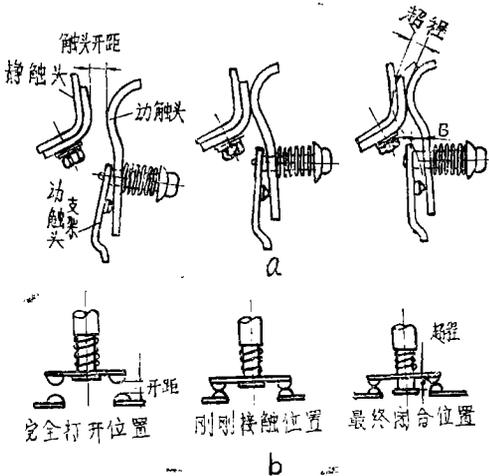
由于拉力作用方向和作用线可能产生偏差、拉小纸条时用力大小不等、弹簧秤的误差等因素，测量误差较大，特别在测小压力的触头时。为提高测试准确度，要认真执行测量注意事项。

为改进触头压力的测量方法，有关单位正研究用应变测力的原理测量触头压力的装置，目前已试制出样机。

2. 触头开距和超程的测量

触头开距是电器处于打开位置时，动静触头之间最短的距离。它是保证触头分断时，使电弧可靠熄灭的重要参数之一。触头的超程是从触头开始接触到动触头再向前走的一段距离。它是为了使触头磨损到 $\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}$ 厚度以前仍可正常使用所不可缺少的。

触头开距和超程的测量示意图见图87所示。指式触头的超程，可以测量动触头与支架之间的空隙（图87a）中的尺寸B），再进行换算。测量工具可用游标卡尺、塞尺等。对于结构复杂的电器，也可根据具体情况决定超程的测量方法。



a、指式触头 b、桥式触头
图87 触头开距和超程的测量

(二) 电器动作值的测定

电器动作值的测定是指测量电磁机构的吸合动作电压（或电流）和释放动作电压

（或电流），检查它们是否符合产品标准或技术条件的要求。对于电压线圈来说，由于线圈的发热或冷却会使其电阻值发生变化，从而使动作值变化，所以测定动作值时，还有热态与冷态动作值的区别。

1. 测量动作值时对试验电源的要求

测量用的电源应能连续调节，电压线圈和电流线圈分别采用电压源和电流源进行试验。交流电压线圈的动铁心处于闭合状态时，线圈电感值大、电流小、负载轻，而动铁心处于打开位置时，则恰好相反。对于交流电流线圈，如果接到低压大电流的试验回路中时，由于电流线圈的阻抗占的比例较大，电流线圈因衔铁位置不同而电感不同，所以也会影响回路电流。它们的电流和电压随铁心气隙而变化的情况见图88所示。当电源容量不够时，电源端电压变化的情况如图89所示。

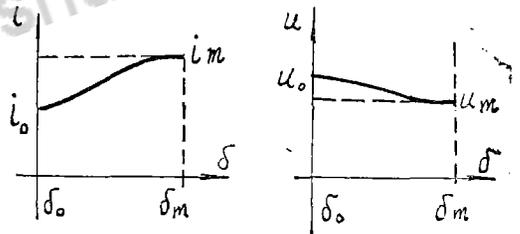


图88 交流线圈电流、电压与气隙的关系

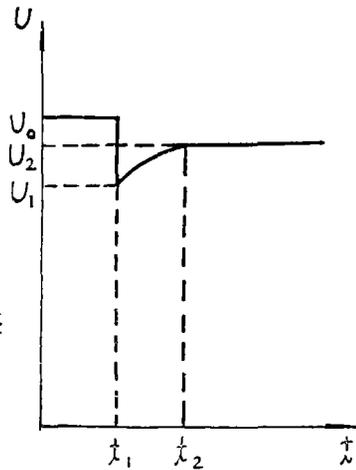


图89 电源容量较小时，电源端电压的变化

为保证测量的准确性，电压源或电流源的容量要足够，以保证被测电器在断开和闭合位置时，电压或电流的波动不大于空载时

的5%。对直流电源来说,电压的脉动成份应当很小,以避免脉动成份对动作值测量准确度的影响。当电源容量不能满足要求时,对交流电压线圈允许以衔铁完全闭合时的电压作为动作电压;对交流电流线圈,允许在电路中串入适当的电阻,使电流的波动不大于10%,此时动作电流以衔铁动作前的电流读数为准。

2. 动作值测量前的准备工作

1) 电器的吸力特性与反力特性

电器吸力特性与反力特性的配合,对动作值测量的影响很大。图90示出两种吸力、反力特性配合的例子,当吸力大于反力时,动铁心才会被吸动。从图90a)中可看出,在电压等于 u_3 时,动铁心才会被可靠吸合,这个电压叫吸合电压;当电压等于 u_2 时,动铁心会被吸动,但运动到气隙为 δ_1 时,反力大于吸力,动铁心有可能靠运动的惯性冲过去,也可能停在中间位置而造成故障,这个电压叫吸动电压。很明显,这种特性的配合不理想。而图90b)所示,吸动电压等于吸合电压,动铁心不会停留在中间位置,其特性配合是理想的。

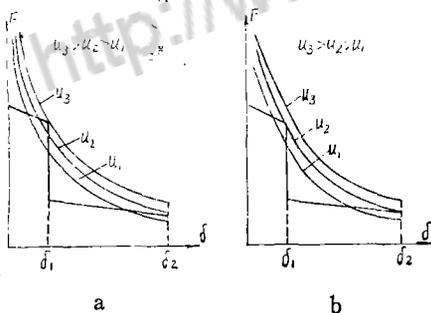


图90 几种吸力、反力特性的配合例子

2) 被试电器的安装

电器的工作位置不同,电磁机构运动部分重量对反力特性的影响也不同。因此在测定动作值时,被试电器应当按正常工作位置安装。若电器可在各种位置下工作,则应按最不利的位置安装,例如在测量CJ12系列交流接触器的吸合电压时,应使其安装位置较正常位置前倾 5° ,测释放电压时,应向后倾 5° 。

3) 被试电器反力特性的调整

由于被试电器的极数、辅助触头对数、触头参数及其公差,对反力特性均有影响,因而按GB998—67低压电器基本试验方法的规定,在做型式试验时,对实际运行中需要

调整参数的电器,上述参数应调到产品标准或技术条件规定的极限值,以便按最严格的要求考核。例如在测定带常开主触头接触器的吸合电压时,触头压力及超程应调到产品技术条件所规定的最大允许值,同时应选取主触头极数与常开辅助触头对数最多、常闭辅助触头最少的产品,以得到最大的反力特性,使考核最严。测释放电压时则相反。

4) 被试电器的温度与周围环境温度

由于吸力特性与线圈的安匝数有关,电压线圈温度上升时,电阻增大,安匝数减少,吸力特性下移,吸合电压值就要增加。因而要求在冷态下进行试验的电器,在测量室内放置的时间一般不应小于8小时(冷态指被试电器各部分的温度与周围介质温度的差别不大于 3°C)。为了缩短试验时间,可采用人工冷却的方法。但须在对电器零件的温度进行测量证明后,方可缩短。这时尚应考虑电器在周围介质温度下自然冷却的时间,以便使各部分冷却均匀。

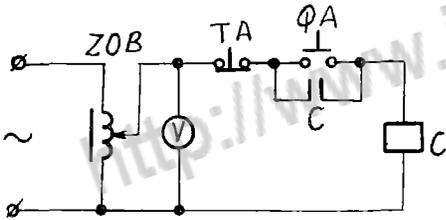
为从严考核,一般规定在最高周围介质温度下,被试电器处于规定工作制下,通以规定的电流发热至稳定(如果主回路的温升对线圈的发热无显著影响时,主回路可不通电),也就是使线圈处于热态情况下测定吸合电压;在最低周围介质温度下,于冷态时测定释放电压。

在交直流情况下,环境温度对动作值的影响有所不同。直流线圈的动作电压直接受线圈电阻的影响。环境温度、线圈冷热的状态不同,线圈的电阻不同,动作电压也就不同。在冷态和室温下测定是合格的话,在较高的周围介质温度或热态下,就可能不合格。对交流电压线圈,虽然动作电压取决于线圈阻抗,但是动铁心处于打开位置时,电抗值较小,此时环境温度和线圈冷热状态对线圈阻抗的影响还是比较大的,不一定可以忽略。一般对小容量电磁铁的影响大,对大容量的影响小,只有在证明温度的影响可以忽略不计时,才可以在室温下进行试验。否则要在规定的环境温度下试验或在室温下试验后,将测试结果换算到规定的极限周围介质温度。

3. 动作值的测量

上节是从静态吸力特性和反力特性来讨论电器动作值的测量。实际上,当接通电器的电源后,由于线圈电感的作用以及吸合过程中衔铁运动使线圈电感发生变化,线圈的电

流与静态时不同，为了计及衔铁的动能及暂态电流的影响，在测定动作值时，要先将电压或电流调到预期值，再瞬时接通电路进行测定。有选相合闸装置时，应在最不利的相角下试验两次；如无选相装置，则在型式试验时试验不少于20次，在检查试验时不少于10次。对直流电器，考虑到铁心剩磁的影响，型式试验时试验次数不少于6次，每2次试验后改变线圈极性；在检查试验时不少于3次，每次改变线圈极性。如用逐步升压的试验方法，线圈中流过的电流与实际情况不同，会造成测量误差。交流接触器动作值的测定线路见图91所示。测量吸合电压时，首先将电源电压调到1.05倍线圈额定电压，接通电源，使线圈发热到稳定状态。然后断开电路，调节电压到接触器规定动作值，按下按钮QA，若接触器可靠吸合，则按下释放按钮TA，接触器线圈断电释放。这样重复试验20次，若能可靠吸合，则认为被试品合格。



ZOB—自偶调压器；QA—起动按钮；
TA—停止按钮；C—交流接触器

图91 交流接触器动作值测定线路

测定释放电压时，要将电压从额定值起连续降低，取衔铁开始可靠释放的电压为动作值。一般先将电压升至1.05倍线圈额定电压，再逐步降低。因为起始电压高，磁系统剩磁大，衔铁不易释放，考核条件较严。

(三) 保护特性的测定

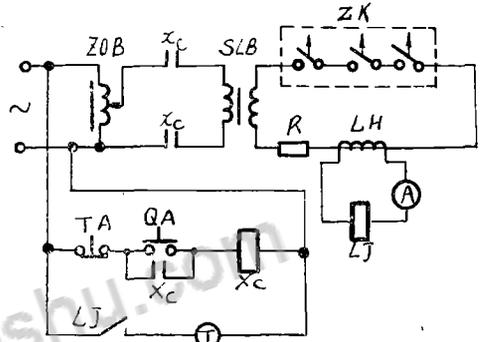
需要测定保护特性的电器有自动开关、热继电器和熔断器等。电器的保护特性是当电流超过额定电流时，电流 I 与保护电器的动作时间 t 之间的关系。电流可用电流表、电流互感器、分流器加电压表、分流器加光线示波器来测量。当被测的时间大于1分钟时，可用电钟计时，小于1分钟用电秒表，小于0.5秒则用光线示波器拍摄示波图来测定。

试验时，将符合实际使用状况的电器安装在不受外界空气流、阳光或其它热辐射作用之处，并用标准的导线连接。为保证试验

的准确度，试验时电流的波动不应大于 $\pm 2.5\%$ 。

1. 自动开关和热继电器过载保护特性的测定

由于过载保护时，电器的动作时间较长，燃弧时间可以忽略，因而允许采用低压电源，这样也可防止被试品触头烧损。测试线路见图92所示，通过调压器和大电流变压器得到测定用的可调低压电源。



ZOB—调压器；SLB—大电流变压器；ZK—被试开关；QA、TA—按钮；XC—接触器；T—电钟；LJ—电流继电器；LH—电流互感器；A—电流表；R—附加电阻（回路电流波动不大时可不加）。

图92 自动开关和热继电器保护特性测量线路

采用半导体脱扣器时，由于单相通电与三相通电，互感器输出信号不同；采用热脱扣器或液压脱扣器时，三相通电与单相通电，动作元件对脱扣器的推力不一致。因而单相或三相通电时，动作特性有差异，试验时要注意有关要求或规定。

在测定动作特性时，由于连接导线会影响电器接线端头及内部温升，从而影响到保护特性。试验时要按有关标准或技术条件的规定，选用连接导线的截面和长度。

按低压电器基本标准要求测热态保护特性时，电器应在试验地点海拔高度相应的最高温度下，以整定电流发热至稳态后，电器在1小时内不应动作，然后将电流调至所需的测定电流，并同时开始计时，到开关动作时为止。

如需作出保护特性曲线，还应测定其临界动作电流值。可在通以额定电流发热至稳定后，逐次增加3~5%的额定电流，每次均应使电器达到稳定温度，直至动作为止。最后一次的动作电流值和上一次不动作的电

流值之算术平均值即为临界动作电流。

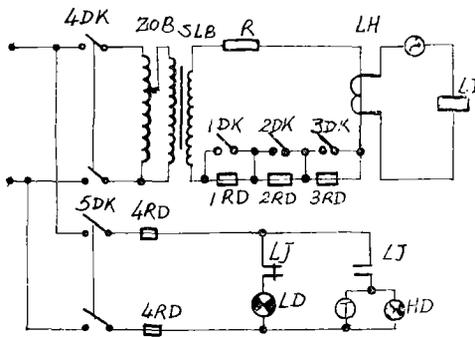
2. 电磁式过电流脱扣器瞬动电流的整定

由于电磁式瞬时脱扣器在打开位置时，动铁心的运动是取决于电流幅值的大小，所以试验回路功率因数与合闸相角不同，会得到不同的结果(可相差10%左右)。因而测定时应采用防止直流分量影响的试验设备或试验方法。如提高试验回路的功率因数以减小直流分量的影响或逐渐增加试验电流以避免产生直流分量。试验设备可用调压器加大电流变压器。将被试品按正常工作位置安装好后，逐渐增加回路电流至瞬动脱扣器动作。如回路电流较大，不允许逐渐增加电流，以及动铁心动作时对回路电流影响较大，可以串联适当阻值的附加电阻，然后采用先将回路电流调到预期值，再突然合闸进行试验的方法。

3. 熔断器保护特性的测定

除非产品技术条件或标准中规定，熔断器的保护特性试验应在极限周围介质温度下进行外，一般可在大于0℃的室温下进行。

试验时，可在熔断器的最小熔化电流到极限分断能力之间，按产品技术条件或标准的规定，确定几档电流进行试验。每档电流应试两次以上，取其平均值。如果燃弧时间小于全部分断时间的10%，则可用低压电源进行试验，试验电路见图93所示。试验时，



1~5DK—刀开关；ZOB—调压器；SLB—大电流变压器；1~3RD—被试熔断器；4RD—熔断器；LH—电流互感器；A—电流表；LJ—电流继电器；T—计时器；LD—绿灯；HD—红灯；R—附加电阻

图93 熔断器保护特性测量电路

先将1DK~3DK闭合，调节试验电流到要求值。然后断电，将1DK~3DK断开，通电进行试验。某一只熔断器熔断后，将相应的开关合上，继续进行试验。试验时，通过电流继

电器LJ带动计时器T，测量通电时间。因测定熔断器保护特性时，低压回路阻抗很小，熔断器本身电阻变化较大，所以要注意维持电流稳定。在难以维持电流稳定时，需串入附加电阻，以减小熔断器电阻变化对回路电流的影响。在熔断器动作时间较短时(如几十秒至几分钟)，要一只一只地做。当试验电流大时，串附加电阻后必须提高试验电压，否则得不到所需的电流。

当试验电流较大，燃弧时间大于全分断时间的10%时，要用额定电压，参照极限通断能力试验方法进行试验，记下全分断时间(包括熔化时间及燃弧时间)。(全文完)

(上接第32页)

$$1J = (4J \cdot X_1) + (4J + \overline{X_5}) \cdot 1J$$

$$2J = (1J \cdot X_2) + (1J + \overline{X_6}) \cdot 2J$$

$$3J = (2J \cdot X_3) + (2J + \overline{X_7}) \cdot 3J$$

$$4J = (3J \cdot X_4) + (3J + \overline{X_8}) \cdot 4J$$

每个逻辑代数式的前一项与函数反映继电器的吸合条件，后一项与函数反映继电器的释放条件，除了反映现场工作状态的转步信号 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 $\overline{X_5}$ 、 $\overline{X_6}$ 、 $\overline{X_7}$ 、 $\overline{X_8}$ 以外，还决定于前一个程序是否已经建立，而且，每转移一个程序，只能有一个继电器吸合或释放，这样就从根本上避免了由于继电器触头的超行程性能而引起的竞争，也不会发生跳步或误动作现象。

图1是由四个继电器组成的八程序步进程控器，即程序步数总是偶数。当需要奇数个程序时，能否解决呢？回答是肯定的。仍以图1为例，如不用第7个程序，只要把输入矩阵中横母线8和竖母线8不加连接就行了。这样，当 $\overline{X_7}$ 到来时，3J释放，4J失去自锁条件也释放，步进器自动地由6程序跳到0程序。根据同样道理，如果需要增设跳选功能，只需在 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 上并接一个钮子开关就可以了。此外，也可加个复位继电器JF，若要在任一程序复位，只要在此程序横母线上用二极管与JF线相接。这样，当JF吸合时，就使所有继电器释放，达到复位目的。

综上所述，顺吸顺放式继电器程控器可以满足一般自动控制的要求，具有一定的推广价值。应当注意的是，输出矩阵的二极管应根据负载容量来确定，矩阵的横竖母线不宜采用印刷式，可以用扁铜带制作。



论文写作，论文降重，
论文格式排版，论文发表，
专业硕博团队，十年论文服务经验



SCI期刊发表，论文润色，
英文翻译，提供全流程发表支持
全程美籍资深编辑顾问贴心服务

免费论文查重：<http://free.paperyy.com>

3亿免费文献下载：<http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重：http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载：<http://ppt.ixueshu.com>

阅读此文的还阅读了：

- [1. 低压电器基本试验方法讲座\(1\)](#)
- [2. MG150—W1无链采煤机部件及整机试验方法](#)
- [3. 研究式的学习,生动化的执教——德国大学讲座式的授课方式“Seminar”](#)
- [4. 锅炉燃烧调整试验的方法](#)
- [5. 10%联苯菊酯水乳剂防治茶小绿叶蝉田间药效试验](#)
- [6. 开关电器动热稳定性试验中电源变压器最佳变化的计算](#)
- [7. 春雨贵如油——记电梯制造许可换取证和试验备案工作讲座](#)
- [8. 《平地机试验方法》新国家标准的解读](#)
- [9. 行星自动探测器热工况制定的方法及其热真空试验](#)
- [10. 低压成套开关设备类产品的出厂试验设备条件讨论](#)
- [11. 正泰：“输出管理”试验](#)
- [12. 低压大容量试验和测试技术水平综述\(一\)](#)
- [13. 折光法测定氯化钾溶液含量](#)
- [14. 低压电器试验数据采集及处理系统\(I \)](#)
- [15. 两个试验应注意的问题](#)
- [16. 易拉盖面裂问题的试验分析和改进方法](#)

17. 低压电器基本试验方法讲座
18. 微型客车的侧翻研究
19. 电梯检验技术的学习体会——记电梯制造许可换取证和试验备案工作讲座
20. 低压大容量试验和测试技术水平综述(I)
21. 关于如何培养学生电机控制电气原理图读识图能力方面的教学探索
22. 从世界标准日主题想试验方法
23. 500kV并联电抗器不拆引线预试方法探讨
24. 低压用电设备过电压保护器的研制和试验
25. 高灰分煤发热量测定试验研究
26. 低压大容量试验和测试技术水平综述 II
27. 中东地区锚杆系统在摩擦桩静载试验中的应用
28. 挪威同时对四种多相流量计进行试验
29. KEMA在沪举办中低压电器国际试验及安全认证研讨会
30. 一种腹部皮管断蒂试验的方法
31. 大型立式设备现场联合水压试验
32. 交联电缆试验方法的选择
33. 引进产品贮存可靠性试验评价方法探讨
34. 沥青混合料车辙试验方法的对比分析
35. 利用仓外熏蒸杀虫机采用间歇处理严重虫粮的试验
36. 顺压电器试验中的过振荡频率及其系数的测试
37. 大型立式设备现场联合水压试验
38. 软件可靠性的验证与无故障考核
39. 润滑油破乳化试验方法相关性研究
40. 低压电器试验和测试的集散控制系统
41. 代压电器电磁兼容讲座 第五讲 低压电器电磁兼容试验及性能判别标准(一)
42. 中欧加等国对汽车噪声的限值要求及试验方法比较
43. 船用润滑油Mirrlees腐蚀试验法的研究
44. 水泥稳定砂砾试件成型方法对无侧限抗压强度的影响
45. 公路桥梁承载能力试验与检测方法
46. 110kV输电线路继电保护现场试验方法的改进
47. 电器试验报表的网络化
48. 机车车辆主动悬挂系统及试验方法初探
49. 用试验方法分析轿车后桥在运输过程中的损伤
50. 浅议如何突破高中化学教学中的难点