

前 言

本标准是根据电力工业部 1996 年电力行业标准制定、修订计划项目(技综[1996]40 号文第 22 项)的安排制定的。

近 20 年来,由于火电机组的容量和参数不断提高,对热力系统水汽品质的要求也不断提高,这促使了离子交换水处理的工艺过程和设备种类日益复杂化和多样化。同时,可供选择的国产和进口离子交换树脂的品种、牌号也越来越多。这使得正确选择离子交换树脂常常不是一件简单的事情。

特别是近些年来,随着新建的亚临界压力及以上参数机组的日益增多,凝结水处理系统逐渐被普遍采用。如何选择凝结水处理用离子交换树脂,更成为普遍关心的问题。

因此,在总结国内外已有经验教训的基础上,制定火电厂水处理用离子交换树脂选用导则,对于合理投资,确保水处理系统正常运行以及避免经济损失,有着重要的现实意义。

本标准的附录 A、附录 B 是标准的附录;本标准的附录 C 是提示的附录。

本标准由电力行业电厂化学标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位:武汉水利电力大学。

本标准主要起草人:张澄信、钱 勤、李 芹、叶春松、姚爱萍、游 喆。

本标准由电力行业电厂化学标准化技术委员会负责解释。

中华人民共和国电力行业标准

火电厂水处理用离子交换树脂选用导则

DL/T 771—2001

Guide for selecting ion exchange resins
used in water treatment of thermal power plant

1 范围

本标准规定了火力发电厂各种水处理设备选用球粒状离子交换树脂(以下简称树脂)时应遵循的原则。

本标准适用于火力发电厂在设计和建设阶段选择树脂或为运行设备选择补充树脂的场合。

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/T 5475—1985 离子交换树脂取样方法
- GB/T 5476—1996 离子交换树脂预处理方法
- GB/T 5760—1986 氢氧型阴离子交换树脂交换容量测定方法
- GB/T 11991—1989 离子交换树脂转型膨胀率测定方法
- GB/T 12598—1990 离子交换树脂强度测定方法(渗磨法)
- DL/T 519—1993 火力发电厂水处理用离子交换树脂验收标准
- DL/T 673—1999 火力发电厂水处理用001×7强酸性阳离子交换树脂报废标准
- DL/T 5068—1996 火力发电厂化学设计技术规程

3 选用离子交换树脂的基本原则

3.1 树脂种类的选择

3.1.1 补给水处理系统

补给水处理系统应根据设计所采用的离子交换单元,经技术经济比较选择树脂。

3.1.2 冷却水处理系统

敞开式循环冷却水系统补充水需采用离子交换处理时,宜采用弱酸性树脂。

3.1.3 凝结水处理

凝结水处理采用的前置阳床、混床或分床式处理的阴床和阳床,宜采用强酸性、强碱性树脂。

3.1.4 内冷水处理

内冷水处理用的混床宜采用强酸性、强碱性树脂。

3.2 树脂的选择

水处理中各种离子交换单元宜采用DL/T 519—1993中所述及的各种牌号树脂。在经过认真的技术、经济论证后,也可以采用其它品种的树脂。

3.3 新品种树脂的选用

对DL/T 519—1993中未涉及、但已鉴定过的新品种树脂,须经与现场相同或类似条件下的试验室

中华人民共和国国家经济贸易委员会2001-10-08批准

2002-02-01实施

模拟试验或现场运行试验,证明其可行性后,方能在生产中采用,并且在订货时,必须详细说明对其性能的要求及测定方法,以便在验收时照此执行。

3.4 国外树脂的选用

国外树脂的选用按 3.2 和 3.3 的要求进行。

3.5 补充树脂的选择

在设备中补充树脂时,宜采用本厂同期使用中的同种树脂。无本厂同期使用中的同种树脂时,应采用交换容量、强度、均一系数不低于原树脂,而其他基本性能指标与原来基本相同的同牌号或同类型的新树脂。尽量避免新旧树脂混合使用。

3.6 供货树脂的离子型

供货树脂的离子型宜为基准型,即强酸性阳树脂为钠型,强碱性阴树脂为氯型,弱酸性阳树脂为氢型,弱碱性阴树脂为游离胺型。

对用于凝结水处理的强碱性阴树脂,也可以指定以硫酸型供货。但在订货时,必须详细说明对其性能的要求及测定方法,以便进行供货验收。

在树脂出厂至投运的时间较短(夏季2个月以内、冬季3个月以内)的情况下,为现场投运方便,用户也可以指定强酸性阳树脂为已预处理并再生好的氢型,强碱性阴树脂为已预处理并再生好的氢氧型供货。其具体的再生度,由用户根据现场运行条件和对出水的水质要求提出。但对将较长时间库存的树脂,仍宜为基准型。

3.7 按基准型足量供货的判断

对以基准型供货的各种树脂,其原样树脂的转基准型体积收缩率不应大于1.5%。原样树脂转基准型体积收缩率的测定方法见本导则附录A。

3.8 同一设备中有两种或三种树脂的选择

在同一设备中有两种或三种树脂配合使用时(如混合床、三层混床、双层床、双室床和双室浮床等),应按 DL/T 519—1993 表1中对这类设备所规定的树脂型号和牌号及相应的质量标准来选用树脂。否则,应按本导则 3.3 的要求决定。

3.9 混床中阴、阳树脂粒度的选择

对在混床中采用的阴、阳树脂,在确定两种树脂的粒度和密度的搭配时,应兼顾再生时两种树脂易于分离和再生后两种树脂又易于混合两方面的要求。

4 对树脂类型和牌号的选择

4.1 钠离子软化处理系统宜采用 001×7 型树脂。

4.2 补充水处理系统复床一级除盐中的强酸性阳树脂和强碱性阴树脂,宜采用 001×7 和 201×7 或 201×4 树脂;补充水处理系统混床中的强酸性阳树脂和强碱性阴树脂,宜采用 001×7 和 201×7 树脂。在进行体外清洗或体外再生频繁的情况下,可以考虑采用强度较高的其他类型的树脂(如 D001、D201 和凝胶型均粒树脂等)。

4.3 混床中的强酸性阳树脂和强碱性阴树脂可以不同时为大孔型或凝胶型。

4.4 在除盐系统未采用弱碱性阴树脂的情况下,阴离子交换一般宜采用 I 型强碱性阴树脂(如 201×7、201×4 或 D201),但为提高阴树脂的工作交换容量和周期制水量,并降低再生剂比耗,也可以采用 II 型强碱性阴树脂(如 D202);在复床一级除盐后面没有混床的情况下,阴床宜采用 I 型强碱性阴树脂;在弱碱性和强碱性阴树脂联合应用的情况下,宜采用 I 型强碱性阴树脂。I 型强碱性阴树脂中,201×4 与 201×7 相比,201×4 的抗有机物污染能力较好,再生效率也较高,体积交换容量虽稍低,但工作交换容量与 201×7 相当。

4.5 为提高阴树脂的抗有机物污染的能力,可以采用弱碱性和强碱性阴树脂联合应用、丙烯酸系强碱性阴树脂或大孔型苯乙烯系强碱性阴树脂。为此目的而采用大孔型苯乙烯系 I 型强碱性阴树脂(如

D201)时,需在具体使用条件下,经试验证明其确有较好的抗有机物污染能力。大孔型苯乙烯系强碱性阴树脂与丙烯酸系强碱性阴树脂相比,后者的抗有机物污染能力较好。但在水温高于40℃的条件下,不宜采用丙烯酸系强碱性阴树脂。

5 凝结水处理用树脂的选择

5.1 凝结水处理用树脂的基本质量标准

5.1.1 凝结水处理混床及阳层混床用大孔型强酸性和强碱性树脂应符合DL/T 519—1993中对D001MB和D201MB的技术要求,但均一系数应小于等于1.3。

5.1.2 分床式凝结水处理用大孔型强酸性和强碱性树脂,应符合DL/T 519—1993中对D001和D201的技术要求。

5.1.3 凝结水处理混床及阳层混床用凝胶型强酸性和强碱性树脂的均一系数应小于等于1.3,强度应符合DL/T 519—1993中对D001MB和D201MB的技术要求,其他指标应符合DL/T 519—1993中对001×7MB和201×7MB的技术要求。

5.1.4 分床式凝结水处理用凝胶型强酸性和强碱性树脂的强度,应符合DL/T 519—1993中对D001或D201的技术要求,其他指标应符合DL/T 519—1993中对001×7和201×7的技术要求。

5.2 对凝结水处理用树脂性能的补充要求

5.2.1 树脂的抗渗透压冲击能力

在凝结水处理混床运行周期短于5d(如因凝结水pH值高等原因),或在混床体外再生系统采用浮选分离法时,应对拟选用的强酸性和强碱性树脂(尤其是凝胶型树脂)进行抵抗反复渗透压冲击能力的测定,要求其强渗磨圆球率大于90%。强渗磨圆球率的测定方法见本导则附录B。

5.2.2 阴树脂的耐热性能

在凝结水温度有可能较长时间(每年3个月以上)在50℃以上时,应对阴树脂的耐热性能进行测定,要求其在95℃下恒温100h后,其强碱性基团的下降率不超过13%。具体测定方法见本导则附录C。

5.2.3 中压与低压凝结水处理系统中的树脂要求

对用于中压凝结水处理系统的树脂,与用于低压凝结水处理系统的树脂相比,在质量标准方面没有特殊的要求。

5.3 凝结水处理混床中阴、阳树脂的体积比

对凝结水处理混床中阴、阳树脂的体积比,应参考DL/T 5068—1996附录H确定,同时还应参考在相近条件下工作的同类型设备的运行经验。在下列情况下,应适当减少混床中阳树脂的比例(反之,则应适当减少阴树脂的比例):

- a) 有前置氢型阳床;
- b) 直冷式空冷机组与间接式空冷机组相比;
- c) 凝结水pH值较低,特别是当采用联合水工况或中性水工况时;
- d) 冷却水含盐量高,特别在采用苦咸水或海水时;
- e) 凝汽器的冷却水泄漏率可能较高时;
- f) 凝结水温度高;
- g) 拟采用氨化混床方式运行。

6 同种牌号树脂的择优

6.1 对符合DL/T 519—1993所规定的相应质量标准的不同厂家生产的同种牌号树脂,应从各厂树脂的质量、价格、现场应用业绩、技术资料是否详尽完整,以及供货时间和售后服务的承诺等方面综合考虑来选定供货厂家。

6.2 在树脂质量的择优方面,用户应根据自己的具体使用条件和要求,有侧重地选择某一项或某几项

性能指标更好的产品。

6.3 在需用树脂量很大,并且认为树脂的工艺性能是很重要的考虑因素时,可以在小交换柱上,按具体的使用和设计条件,对候选树脂的工作交换容量、出水水质、再生剂比耗、清洗水耗,以及阴树脂的抗有机物污染能力等进行平行对比试验,以选择工艺性能最好的树脂。

附录 A

(标准的附录)

离子交换树脂转基准型体积收缩率的测定方法

A1 适用范围

本方法适用于测定各种类型离子交换树脂经转基准型处理后的体积收缩率。其测定结果主要用于对以基准型供应的到货树脂是否足量进行估计。

A2 仪器与设备

A2.1 玻璃交换柱:同GB/T 5760—1986。

A2.2 分液漏斗:同GB/T 5760—1986。

A2.3 量筒:50 mL,在10℃~30℃下校正(方法详见GB/T 11991—1989中6.3)。

A3 试剂与溶液

A3.1 纯水:25℃时的电导率小于3 μS/cm。

A3.2 5%氯化钠溶液:将50 g化学纯氯化钠溶于纯水中,用纯水稀释至1 L,摇匀。

A3.3 4.5%盐酸溶液:将1份体积的化学纯盐酸(相对密度1.19)倒入9份体积的纯水中,摇匀。

A3.4 4%氢氧化钠溶液:用40 g化学纯氢氧化钠溶于纯水中,用纯水稀释至1 L,摇匀。

A3.5 5%硝酸银溶液:称取5 g分析纯硝酸银,溶于95 mL纯水中。

A3.6 0.1%甲基橙指示液。

A3.7 1%酚酞指示液。

A4 取样

按GB/T 5475—1985的规定,由发货(或到货)的原始包装容器中取出最终量不少于1 L的湿态树脂样品。

A5 操作步骤

A5.1 用50 mL量筒取约30 mL样品,置于100 mL烧杯中,用纯水漂洗2次,然后用纯水浸泡1 h以上。

A5.2 尽量倾尽树脂层面以上的水分,将烧杯内树脂搅拌均匀。

A5.3 在50 mL量筒中预先加入10℃~30℃的纯水约10 mL,然后用牛角匙将烧杯中的树脂,逐渐全部加入到50 mL量筒中,敲实至量筒中树脂体积不变时读数,记下树脂体积(估计到小数点后一位)。

A5.4 将量筒中树脂全部倒回100 mL烧杯中,重复A5.2、A5.3的操作。

A5.5 如上述两次测定结果之差小于1%,则以这两次测定结果的平均值,作为样品的原始体积 V_1 (mL)。否则,应再重复A5.4的操作,直到相邻两次测定结果之差小于1%,并以最后两次测定结果的平均值,作为样品的原始体积 V_1 。

A5.6 按GB/T 5760—1986的5.3.1所述,将玻璃交换柱装好,确认柱内水面高出砂芯5 cm,并且砂芯以下没有气泡。

A5.7 将上述样品全部转入至玻璃交换柱中。

A5.8 将分液漏斗装接在交换柱上面,按树脂的类型在分液漏斗中分几次加入表A1中所规定品种和数量的溶液,调节交换柱出口阀,使该溶液在30 min~40 min之内通过树脂层。然后用纯水以15 mL/min~20 mL/min的流量洗涤至表A1所规定的终点。

表 A1 各类离子交换树脂转基准型体积收缩率测定条件一览表

树脂种类	转基准型用溶液	溶液量/mL	洗涤终点
强酸性阳树脂	5%氯化钠溶液	500	硝酸银指示液检验无白色沉淀
强碱性阴树脂	5%氯化钠溶液	500	硝酸银指示液检验无白色沉淀
弱酸性阳树脂	4.5%盐酸溶液	500	pH≥4.3(甲基橙检验显橙色)
弱碱性阴树脂	4%氢氧化钠溶液	250	pH≤8.3(酚酞检验显无色)

A5.9 将交换柱中树脂转移至100 mL烧杯中,用纯水浸泡1 h以上。

A5.10 按A5.2~A5.5方法操作,以最后两次测定结果的平均值,作为样品转成全部为基准型后的体积 V_2 (mL)。

A6 计算

离子交换树脂转基准型收缩率 E (%)按式A1计算:

$$E = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \times 100 \dots\dots\dots (A1)$$

A7 允许差

室内允许差为0.30%,室间允许差为0.42%。

A8 说明

如上述测定结果为负值,也属正常。因为新树脂在清洗和转型过程中,有可能发生不可逆膨胀,同时,树脂中也可能含有更小体积的离子型,如强酸性阳树脂的钙型,弱碱性阴树脂中的氯型强碱性基团。

附录 B

(标准的附录)

水处理用强酸(碱)性离子交换树脂强渗磨圆球率的测定方法

B1 适用范围

本方法适用于测定火电厂凝结水处理用强酸(碱)性离子交换树脂抵抗反复渗透压冲击的能力。

B2 仪器与设备

B2.1 玻璃交换柱和分液漏斗:同GB/T 5476—1996的1.1和1.2。

B2.2 GB/T 5475—1985、GB/T 12598—1990和DL/T 673—1999三项标准中的有关仪器与设备。

B3 溶液

B3.1 氢氧化钠溶液:浓度为 $1.00 \text{ mol/L} \pm 0.01 \text{ mol/L}$,用化学纯氢氧化钠配制。

B3.2 盐酸溶液:浓度为 $1.00 \text{ mol/L} \pm 0.01 \text{ mol/L}$,用化学纯盐酸配制。

B3.3 氯化钠溶液:1%,用化学纯氯化钠配制。

B3.4 纯水:电导率小于 $3 \mu\text{S/cm}$ (25℃)。

B4 试验样品的准备

B4.1 取样

新树脂按GB/T 5475取不少于500 mL的树脂原样,混匀后备用;旧树脂按DL/T 673中附录A取样。

B4.2 转基准型

B4.2.1 将约50 mL样品置于玻璃交换柱中,按GB/T 5476—1996中的3.2用纯水反洗。

B4.2.2 采用GB/T 5476—1996中图2的预处理装置,使2 000 mL的1%氯化钠溶液自上而下通过树脂层,流量为 30 mL/min ,接着用纯水以 150 mL/min 流量进行洗涤,直到在约10 mL流出液中加入一滴硝酸银指示液,不显浑浊为止。然后,将树脂取出,置于纯水中备用。

B5 操作步骤

B5.1 反复渗透压冲击

B5.1.1 按GB/T 12598—1990中的7.1.1~7.1.2操作。

B5.1.2 按GB/T 12598—1990中的7.1.3~7.1.4重复操作五次。

B5.1.3 将经上述处理的样品移入小烧杯中,尽量倾去多余水分,并将树脂搅拌均匀。

B5.2 滚磨

按GB/T 12598—1990中的7.2操作。

B5.3 分离和称量

按GB/T 12598—1990中的7.3操作

B6 测定结果的计算

B6.1 强渗磨圆球率(即经反复渗透压冲击后的磨后圆球率) $S(\%)$ 按式(B1)计算:

$$S = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \times 100 \dots\dots\dots (B1)$$

式中： m_1 ——圆球颗粒的质量，g；

m_2 ——破碎颗粒的质量，g。

B6.2 取两次测定值的平均值作为测定结果。测定结果保留小数点后两位。

B7 允许差

室内允许差：1.40%。室间允许差：2.00%。

附录 C

(提示的附录)

水处理用强碱性阴离子交换树脂耐热性能的测定方法

C1 适用范围

本方法适用于火电厂水处理用强碱性阴离子交换树脂耐热性能的测定。

C2 仪器与设备

C2.1 恒温水浴:水温波动 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

C2.2 具塞磨口三角瓶:250 mL。

C2.3 本方法引用标准中的其他有关的仪器与设备。

C3 试剂与溶液

本方法引用标准中的有关的试剂与溶液。

C4 试验样品的准备

C4.1 取样

新树脂按GB/T 5475—1985 取样约100 mL,混匀备用;旧树脂按DL/T 673—1999 中附录A 取样约100 mL 混匀备用。

C4.2 预处理

按GB/T 5476 取50 mL 上述样品进行预处理。

C4.3 转OH型处理

取约15 mL 树脂,按GB/T 5760—1986 中的5.3 进行处理。

C4.4 分样称量

将经上述处理并已除去外部水分的样品,用天平称出四份,每份约2.5 g,按顺序标为1、2、3、4号,各份样品的质量顺序为 m_1, m_2, m_3, m_4 。

C5 树脂受热前湿基强碱性基团交换容量的测定

C5.1 取1、4号样品做平行测定,按GB/T 5760—1986 中的5.6 操作。

C5.2 按GB/T 5760—1986 中的6.3 计算树脂受热前湿基强碱性基团交换容量。平行测定的两次测定值之差不得大于0.05 mmol/g(湿,OH型)。

C5.3 取两次测定值的平均值作为测定结果。

C6 测定步骤

C6.1 恒温受热处理

C6.1.1 将2、3号样品,分别置于250 mL 具塞磨口三角瓶中,各加入200 mL 纯水,并在其瓶塞和瓶口之间,夹放一条耐微波塑料薄膜,以防在恒温受热过程中塞子和瓶口粘牢。

C6.1.2 在水浴锅中注入纯水,并预先升至 $95\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

C6.1.3 将装有水和树脂样品的具塞磨口三角瓶放置于 $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的恒温水浴中,持续恒温100 h。在恒温过程中,应向水浴中滴加纯水,以维持水浴中稳定的水位。同时,还应随时向样品瓶中补充约 $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的纯水,以使样品瓶中的水量维持在150 mL~200 mL。

C6.1.4 在恒温 100 h 时,将样品瓶取出,放置于凉水盆中,使其在 10 min 之内降温至 30 C 以下。

C6.2 再转 OH 型处理

C6.2.1 按 GB/T 5760—1986 中的 5.3.1 操作,但须用纯水代替自来水进行处理。

C6.2.2 按 GB/T 5760—1986 中的 5.3.2 的方法操作,将样品瓶中恒温受热后的全部树脂转入交换柱中。

C6.2.3 按 GB/T 5760—1986 中的 5.3.3~5.3.4 的方法操作,但 2 mol/L 氢氧化钠的量为 350 mL,用约 1 h 通完。

C6.3 测定

C6.3.1 将交换柱中的树脂再全部移入干净的具塞磨口三角瓶中,注意留在交换柱砂芯上的树脂颗粒不得多于 3 粒。

C6.3.2 将三角瓶中的水倾尽,然后用干净滤纸吸去大部分的树脂外部水分,注意不要带出树脂颗粒。

C6.3.3 按 GB/T 5760—1986 中的 5.6.2~5.6.4 方法操作。

C7 计算

C7.1 强碱性阴树脂受热后,湿基强碱性基团交换容量按下式 C1 计算:

$$E_s = \frac{4c_1V_2}{m} \dots\dots\dots (C1)$$

式中: E_s ——受热后湿基强碱性基团交换容量, mmol/L;

c_1 ——盐酸标准溶液的浓度, mol/L;

V_2 ——滴定浸泡液消耗的盐酸标准溶液的体积, mL;

m ——恒温受热前该份样品的质量, g。

C7.2 强碱性阴树脂受热后,强碱性基团下降率 $P(\%)$ 按下式计算:

$$P = \frac{E_{s,0} - E_s}{E_{s,0}} \times 100 \dots\dots\dots (C2)$$

式中: $E_{s,0}$ ——树脂受热前的湿基强碱性基团交换容量, mmol/L。

C7.3 取两次强碱性基团下降率测定值的平均值作为测定结果。

C8 允许差

室内允许差为 2.7%, 室间允许差为 3.8%。