

电气化铁路供电 文集

谭秀炳 编著



西南交通大学出版社

电气化铁路供电文集

谭秀炳 编著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 提 要

本书汇集了作者撰写的有关电气化铁路供电专业的论文、技术总结（故障或事故典型案例分析和检修工艺等）共计 21 篇，其内容大致分为关于牵引变电所牵引变压器（主变压器）及所用变压器方面，关于短路电流计算方面，关于高电压技术方面，关于继电保护方面，关于有功和无功电能计量方面，关于高压断路器运行、维护和检修方面，具体情形可参看前言和目录。

本书内容重点突出，理论联系实际，语言流畅，条理分明，可供电气化铁路供电专业设计、施工、运营、管理与科研等有关科学技术人员参考，也可供高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目（C I P）数据

电气化铁路供电文集 / 谭秀炳编著. —成都：西南交通大学出版社，2016.8
ISBN 978-7-5643-4759-8

I. ①电… II. ①谭… III. ①电气化铁道—供电系统—文集 IV. ①U223-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 148135 号

电气化铁路供电文集

谭秀炳 编著

责任编辑 李芳芳
特邀编辑 王晓刚
封面设计 何东琳设计工作室

出版发行 西南交通大学出版社
（四川省成都市二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼）

发行部电话 028-87600564 028-87600533
邮政编码 610031
网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

印 刷	成都蓉军广告印务有限责任公司
成 品 尺 寸	185 mm × 260 mm
印 张	12.5
字 数	309 千
版 次	2016 年 8 月第 1 版
印 次	2016 年 8 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-4759-8
定 价	39.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话：028-87600562

前 言

本书汇集了作者撰写的有关电气化铁路供电专业的论文、技术总结（故障或事故典型案例分析）和检修工艺等共计 21 篇，按发表（或被采用，或写作）时间先后排序，其内容大致分为以下几个方面。

一、关于牵引变电所牵引变压器（主变压器）及所用变压器方面。包括节省基本电费降低运营成本的三项措施（选择容量利用率高的牵引变压器、采用三相不等容量 YNd11 联结牵引变压器和高过载能力低阻抗电压牵引变压器），牵引变压器过负荷能力的确定方法，平衡变压器等效电路及其应用（电压损失计算和短路电流计算），不等边斯科特联结牵引变压器原理和容量计算，主变压器现场检修工艺，主变压器状态修设想，D-50/110/ $\sqrt{3}$ 型复式整流操作电源变压器等。

二、关于短路电流计算方面。包括 VV 联结变压器牵引变电所短路电流计算，平衡变压器等效电路及其应用短路电流计算部分，牵引变电所经接地装置的入地短路电流计算等。

三、关于高电压技术方面。包括一起严重的避雷器爆炸事故的分析，牵引变电所 27.5 kV 电压级绝缘设计值得研究的问题，韶山 1 型交流电力机车 25 kV 侧避雷器与绝缘配合应当改进等。

四、关于继电保护方面。包括任家湾牵引变电所主变压器功率方向保护误动作问题的分析，平衡变压器差动保护两种接线方式等。

五、关于有功和无功电能计量方面。包括韶山 1 型交流电力机车电能计量装置误差分析，VV 接线牵引变电所单相无功电能计量问题的探讨，RC 移相式单相无功电能计量方式的进一步探讨，三相 YNd11 联结牵引变压器低压侧无功电能计量问题的研究等。

六、关于高压断路器运行、维护和检修方面。包括 LN₁-27.5 型六氟化硫断路器检修工艺，一项预防 LN₁-^{27.5}₃₅ 型六氟化硫断路器爆炸的重要措施，ZN₆-27.5 型单相真空断路器的运行和检修等。

本书汇集的上述论文、技术总结（故障或事故典型案例分析）和检修工艺等，对电气化铁路供电专业技术人员具有参考价值，或者在分析和解决技术问题的观点、思路和方式方法上可资借鉴，存在积极的学术意义。

本书内容重点突出，理论联系实际，语言流畅，条理分明，可供电气化铁路供电专业设计、施工、运营、管理与科研等科学技术人员参考，也可供高等院校相关专业师生参考。当然，参考时，所涉及的具体技术数据和要求等，还要结合当时当地的实际情形，以现行的有关规程、规范和标准为依据。

由于作者的知识水平有限，书中可能存在不妥甚至失误，诚请专家、同仁和读者批评指正，作者对此表示十分诚挚的感谢。

作 者

2016 年 5 月

目 录

LN ₁ -27.5 型六氟化硫断路器检修工艺 (试行)	1
Vv 接线单相变压器牵引变电所和由它供电的牵引网短路电流实用计算	22
牵引变电所主变压器现场检修工艺 (试行)	35
韶山 1 型交流电力机车电能计量装置误差分析	62
Vv 接线牵引变电所单相无功电能计量问题探讨	71
D-50/110/ $\sqrt{3}$ 型复式整流操作电源变压器	78
RC 移相式单相无功电能计量方式的进一步探讨	85
任家湾牵引变电所主变压器功率方向保护误动作问题分析	92
一起严重的避雷器爆炸事故的分析	102
一项预防 LN ₁ - ^{27.5} ₃₅ 型六氟化硫断路器爆炸的重要措施	107
韶山 1 型交流电力机车 25 kV 侧避雷器与绝缘配合应当改进	112
牵引变电所 27.5 kV 电压级绝缘设计值得研究的问题	120
牵引变电所主变压器状态修设想	125
三相 YNd11 接线牵引变压器低压侧无功电能计量问题研究	133
ZN ₆ -27.5 型单相真空断路器的运行和检修	143
牵引变电所经接地装置的入地短路电流计算方法的应用研究	151
节省基本电费降低运营成本的三项措施	158
牵引变压器过负荷能力的确定方法	163
平衡变压器差动保护两种接线方式	170

平衡变压器等效电路及其应用 177

不等边斯科特联结牵引变压器原理和容量计算 186

LN₁-27.5 型六氟化硫断路器检修工艺

(试行)

第一章 一般规定

第一节 修前准备

第 1 条 根据预防性试验结果及运行中发现的问题，确定检修项目、措施，并制定具体计划。

第 2 条 检修工作应由专业人员担当，人数以 3 ~ 4 人为宜。

第 3 条 检修需要的工具、设备、材料、配件参照附录二。

第二节 修后验收

第 4 条 每次检修后按下列项目检查验收：

1. 调整试验记录（格式见附录一）。
2. 修前已知缺陷的消除情况。
3. 检修过程中又发现了哪些缺陷及其消除情况。
4. 手动试分、试合 1 ~ 2 次，操作机构和传动机构应动作灵活可靠，各部间隙符合标准（见附录一），断路器内部无异常状态。
5. 连同二次回路进行整组动作试验 3 ~ 5 次。

第三节 注意事项

第 5 条 注意防止六氟化硫分解物侵入人体。从断路器放出六氟化硫气体时，必须在放气阀上套胶皮管，将六氟化硫气体放到室外大气中。当压力表指示降到零时，需抽真空；此时将引到室外大气中的胶皮管改接到真空泵排气管上。待六氟化硫气体彻底排至大气中后，才能开盖。放气时，检修室门窗应开启，保持通风良好，空气新鲜。若断路器内六氟化硫分解物过多或有异味时，应戴防毒面具、工业护目镜和乳胶手套。

第 6 条 在取下断路器箱盖用手柄或电动操作检查断路器分合闸状况时，人体各部与处于断开位置的动触头及侧面的传动机构之间的距离不得小于 200 mm。

第 7 条 每次检修断路器后，在进行电动合闸之前，应先用手柄操作进行缓慢合闸，以

检查操作机构和断路器工作的正确性。

第 8 条 操作电源电压超过额定值的操作次数应尽量减少。

第 9 条 分合闸线圈是按短时通电设计的，因此当进行电动操作试验时，连续操作的次数不得超过十次。

第 10 条 为避免部件受潮，开盖时间不宜过长。当开盖检修当天不能完竣时，在每天工作结束后，应暂时密封，俟工作重新开始时，再行开盖。

第 11 条 检修各部件的共同要求：所有零部件清洁、完好、无变形、裂纹、损伤；铁件无锈蚀，焊缝处焊接良好；绝缘件无异状；弹簧弹力适当。零部件装配无遗漏，螺栓紧固、开口销劈开；各活动部分动作灵活，各固定部分紧固牢靠；各摩擦部分应加润滑油。

第二章 小 修

第 12 条 不开盖小修（即定期小修）的项目和要求：

1. 外部检查：

- ① 各零部件凡能触及的地方均应清扫干净，特别是绝缘套管应清洁无灰尘；
- ② 各零部件正常完好，各固定螺丝、开口销等齐全牢靠；
- ③ 压力真空表、压力继电器、安全阀、观察窗、支架、小车轮、接地触头等无异状；
- ④ 隔离触指无烧伤，接触良好；
- ⑤ 电流互感器绝缘无积灰，颜色正常。

2. 用手柄进行分、合闸操作，检查操作机构和传动机构的动作情况及各部间隙：

- ① 在分闸位置时，合闸滚轮与合闸铁芯顶杆应有 1~5 mm 的间隙；
- ② 用手柄将合闸铁芯顶到最高位置时，合闸滚轮轴与托架应有 1~2 mm 的间隙；
- ③ 限位螺丝上部外露的高度合适；
- ④ F_2 型联锁接点转换正确，闭合时接触良好；
- ⑤ 跳扣爪的棱角无严重磨损，停挡螺杆不弯曲，跳扣爪与凸轮爪的水平间隙应保持 2~3 mm，垂直间隙应不小于 2 mm，跳扣复归和凸轮扣住、释放均可靠；
- ⑥ 三点配合适当：用手柄操作合闸，到合闸滚轮轴的 $1/2 \sim 2/3$ （由上边缘算起）处与托架右上角水平时，跳扣和凸轮释放，合闸回路的 F_2 型联锁接点断开。

3. 从观察窗检查断路器内部：各固定螺丝、开口销齐全、无异状；无过多的白色分解物；分闸时触头断开距离合适（目测）；合闸时动弧触头对中，动主触头银触点与静主触头侧面接触良好。

4. 用电动进行分、合闸操作 2~3 次，各部工作正常。

第 13 条 开盖小修当断路器短路跳闸达到规定次数或发现影响安全运行的缺陷时进行，俗称“临修”，除进行第 12 条各项外，尚应检查和调整断路器内部，试漏和换气，具体作法应根据需要参照第三章有关部分进行。

第 14 条 每次小修后应按规程进行试验，不开盖小修可以不测触头断开距离。

第三章 大修

第一节 修前试验和检查

第 15 条 将各部件外部清扫干净，按规程规定的大修试验项目进行修前试验（交流耐压除外），并记入调整试验记录中（附录一）。

第 16 条 外部检查（图 1）：

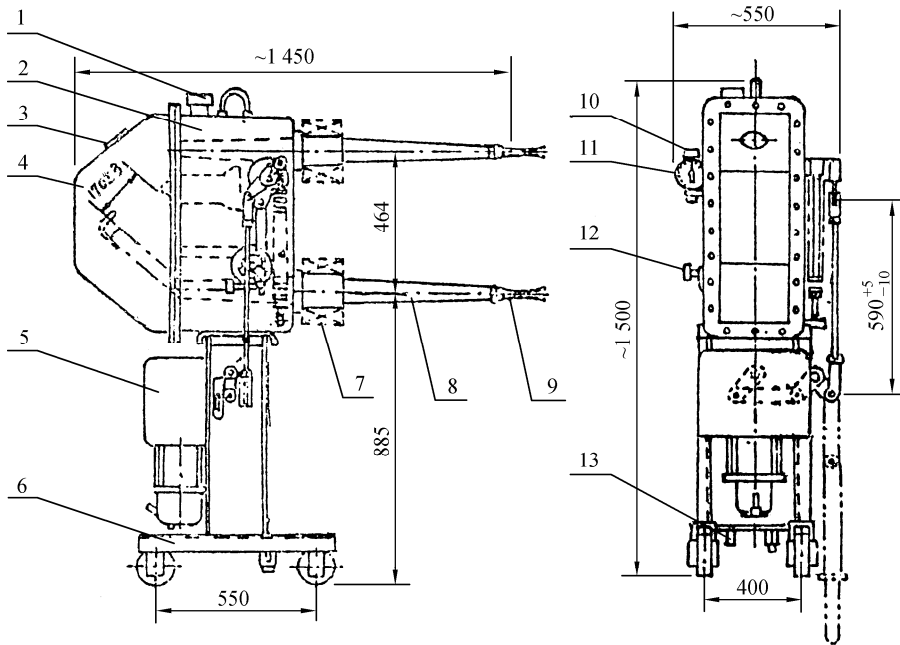


图 1 单相户内六氟化硫断路器

1—安全阀；2—箱身；3—观察窗；4—箱盖；5—操作机构；6—小车；7—电流互感器；8—绝缘套管；

9—隔离触指；10—压力继电器；11—压力真空表；12—阀门；13—接地触头

1. 各铁件外露部分的锈蚀情况。
2. 安全阀、观察窗是否完好。
3. 绝缘套管、隔离触指、电流互感器有无异状。
4. 支架、小车轮、接地触头是否良好。
5. 操作机构和传动机构是否动作灵活、有无异状、各部尺寸、间隙和配合关系是否合适（标准见附录一）。
6. 检查断路器是否密封良好（具体作法见第 54 条）。

第二节 放气和拆卸

第 17 条 放气：严格按第 5 条规定进行。在放气过程中，检查压力真空表、压力继电器、

阀门和管接头的工作情况（质量标准见第 27～31 条）。

第 18 条 拆卸顺序：

1. 松开固定箱盖的螺丝，取下箱盖，用毛刷或清洁的布将箱体及箱盖内部六氟化硫的分解物清扫干净（注意：箱体内不要遗留刷毛、纤维等杂物）。

2. 测量主触头断开距离。

3. 拆下动触头系统及其绝缘拉杆。

4. 拆下压气活塞及其绝缘拉杆。

5. 拆下灭弧喷嘴和静弧触头系统。

6. 拆下连接板和静主触头系统。

7. 拆下绝缘板、压气筒及其支持板。

注意：拆下的零部件按上述各部分，分类放置，以免丢失或装错，其中绝缘零部件应妥善保管并置于干燥处，以免碰伤或受潮。

第三节 检修导电系统和灭弧装置

第 19 条 动触头系统的检修：

1. 动弧触头与动主触头刀片之间应连接牢靠；用细锉将烧伤部分修光，并保持端部呈半球面状态；当铜钨合金头的长度减少 1/3 以上时应更换。

2. 动主触头银触点完好牢靠，磨损严重者应更换，换下的旧银触点应回收。

第 20 条 静弧触头的检修：

1. 弹簧钢片和青铜颊片弹性良好。

2. 青铜颊片、弹簧钢片和静弧触头的铆接应牢靠。

3. 青铜颊片烧损，影响静弧触头在基座中的正常装配和导电时，必须更换。

第 21 条 连接板和静主触头的检修：

1. 连接板无异状。

2. 静主触头与动主触头银触点摩擦处无过深的沟槽，标示动主触头接触位置的红线应清晰明显。

第 22 条 灭弧喷嘴和绝缘挡板无异状；烧伤严重、裂纹、破损者应更换；弹簧弹性良好；黄铜垫圈无异状。

第 23 条 压气装置的检修：

1. 压气活塞及其绝缘拉杆无异状，绝缘处理良好。活塞圈环表面应清洁、无凹凸纹路、弹性良好、摩擦部分无严重磨损，圈环外径一般不小于 75 mm，套在活塞上装入压气筒不松旷，分闸时能保证足够的风压。

2. 压气筒、支持板及前后绝缘隔板无异状。

第四节 检查缓冲装置和活性氧化铝

第 24 条 缓冲装置的检查：断路器箱内的分、合闸缓冲装置和操作机构后面的合闸缓冲装置，均应进行检查。要求缓冲弹簧及缓冲胶皮垫弹性充足；缓冲作用良好；操作机构后面

的合闸缓冲装置对拐臂的作用点正确，不影响合闸；断路器箱内缓冲装置的螺杆，在螺母外方应有开口销，以防脱落。

第 25 条 更换或烘焙活性氧化铝：烘焙时，将活性氧化铝放进高温烘箱内加热至 300°C ，烘焙 2 h（若加热至 140°C 时，应烘焙 8 h）。装活性氧化铝的布袋应不漏，放置的位置不得影响绝缘距离。

第五节 断路器箱及其附件的检修

第 26 条 检查箱体和箱盖，要求绝缘隔板无异状；内部漆膜如有损坏，应补漆或重新喷漆。

第 27 条 检查安全阀和观察窗。要求牢靠密贴、不漏气；观察窗玻璃清洁透明；安全阀片符合制造厂的要求。

第 28 条 检查压力继电器，要求其灵敏度适当，工作正常，不漏气，接点绝缘及接触均良好。为了检查压力继电器的灵敏度，在放气、充气时，将其接点接入指示灯或万用表，观察接点断开、接通时压力真空表的指示。一般要求 $1.6 \sim 1.7 \text{ kg/cm}^2$ 时接点断开， $2.0 \sim 2.1 \text{ kg/cm}^2$ 时接点闭合，如不符合要求，旋动低压调整螺丝使弹簧拉紧时，接点断开时的压力升高，反之，压力降低；向右旋动低压断闭压力差调整螺丝，压力差减小，向左旋动压力差增大。调整后应再试验三次。

第 29 条 压力真空表应安装牢固，不漏气，按时校验。

第 30 条 检查阀门和管接头，要求其开启灵敏，关闭严密，不漏气。

第 31 条 检查轴封系统。要求尼龙轴承无过分磨损，安装紧固密贴；橡皮轴封弹性充足，密封面清洁，无凹凸不平处；轴封弹簧无断裂，弹力足够；轴封盖平整。装配后不漏气。

第六节 检修套管

第 32 条 套管环氧树脂浇注部分，无裂纹、不漏气。否则应按附录四的要求进行修补。

第 33 条 检查装在套管端部的隔离触指，要求接触部分完好，烧伤处用细锉修光。

第 34 条 检查套管中部法兰处。要求黄铜法兰粘接牢靠，法兰与箱壳结合处的密封胶垫弹性充足，各密封面清洁平滑，不漏气。

第 35 条 检查套管与导电杆的结合处，要求粘接牢靠，不漏气。

第 36 条 若套管受潮，应将它拆下放入烘箱，加热至 $70 \sim 80^{\circ}\text{C}$ ，烘 20 h，并进行绝缘处理（将套管表面涂刷环氧树脂，胶木部分涂绝缘漆）。

第七节 检修电流互感器及其连接导线

第 37 条 检查电流互感器，要求其线圈无短路、断路（其直流电阻与初始值应无显著变化），绝缘良好，用 500 V 摇表测量，对地的绝缘电阻在 $1 \text{ M}\Omega$ 以上。

第 38 条 检查连接导线和端子排。要求导线无断开、短接、脱焊，弯曲适当，排列整齐；接线螺丝紧固牢靠，接触良好；绝缘无擦伤、破损；端子排完整，编号和接线正确、齐全，绝缘良好；端子排与其连接回路一起用 500 V 摇表测量绝缘电阻，不小于 $1 \text{ M}\Omega$ 。

第 39 条 电流互感器如经拆下，恢复时安装位置、极性、接线应正确无误。为此，拆下

前应做好标记。

第八节 组 装

第 40 条 断路器本体的组装，在套管安装妥当的情况下，按与拆卸时相反的顺序进行。并注意下列要求：

1. 各零部件安装方位正确。
2. 静弧触头装在基座中应紧凑密贴，不松旷。
3. 在传动机构、操作机构装配妥当的情况下，用手柄操作分、合闸检查断路器内部动作情况。
4. 断路器合闸时，动、静触头能对中。
5. 断路器合闸后，测量主触头、弧触头的接触压力，应符合下列规定：主触头接触压力为 (20 ± 2) kg，弧触头接触压力为 (2 ± 1) kg。

第九节 传动机构解体检修

第 41 条 检查垂直拉杆和水平拉杆。要求拉杆和轴销正直，轴销孔无严重偏磨，垂直拉杆的丝扣连接深度不得小于 20 mm。

第 42 条 检查凸轮和拐臂。要求其装在转轴上方位正确，不松旷，轴销孔无偏磨；弹性圆柱销正直，如两头严重打毛，影响装、拆时，应将毛边锉掉或更换。

第 43 条 检查跳扣装置。要求停挡螺杆不弯曲；跳扣爪的棱角不严重磨秃，硬度足够。

第 44 条 检查转轴。要求其正直，与轴封的接触面（密封面）清洁光滑，无凹凸不平处。

第 45 条 传动机构的装复，需注意：

① 上部的外拐臂与转轴结合的相对位置，应保持和制造厂要求的一致。为此，在拆卸前应在外拐臂和转轴的端面上划线作记号。

② 将各零部件连接后，用手柄操作分、合闸几次，检查传动机构和断路器内部的动作情况。

第十节 操作机构解体检修（见图 2）

第 46 条 连板机构的检修（见图 3）：

1. 按下列步骤进行解体：

- ① 画好操作机构电气控制接线示意图，并在线头上做好标记；
- ② 拆开电气连线、端子排、分合指示牌， F_1 型联锁接点与主轴连接的小拉杆；
- ③ 卸下轴销 O_3 ， O_5 ，将连板 12 与固定轴 O_6 解开，取出连板机构；
- ④ 卸下轴销 O_7 ，取出托架。

2. 用汽油将各连板、轴销、托架等逐件清洗，检查并消除缺陷。各连板轴销孔的偏磨不应超过 0.3 mm。

3. 将已经清扫、修整好的各零件，依次装复。此时，从操作机构侧面观察，各连板应在合闸及分闸铁芯顶杆中心线的垂直平面内。根据这个位置来调整主轴等处有关的垫片数量，调整后主轴前后晃动量应为 0.5 ~ 1 mm。各连板的轴销两端应装够垫片和开口销，各连板在相

应轴销上的前后晃动量应为 $0.5 \sim 1 \text{ mm}$ 。

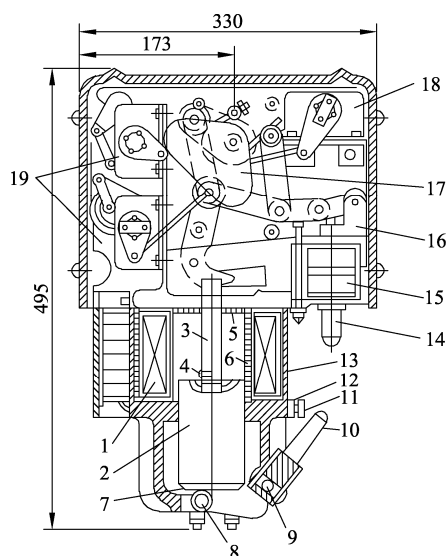
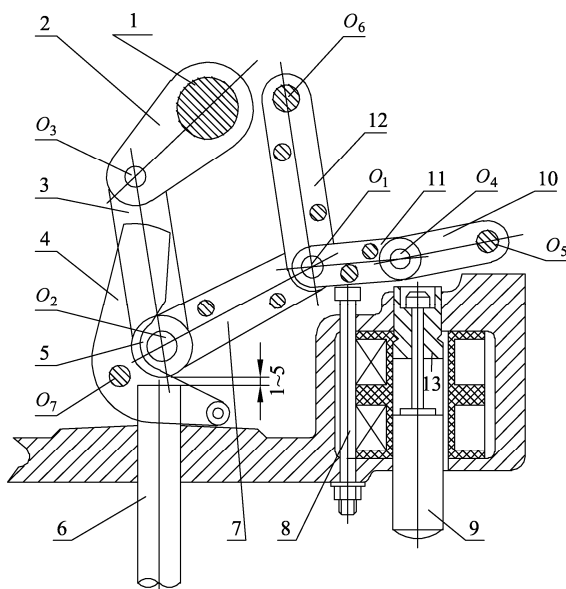


图 2 CD₂型操作机构结构图

1—合闸线圈；2—合闸铁芯；3—合闸铁芯顶杆；4—推力弹簧；5—黄铜垫圈；6—内铁套；7—胶皮垫；8—滚轮；
9—轴；10—操作手柄；11—接地螺丝；12—底座；13—圆筒；14—跳闸铁芯；15—跳闸线圈；16—铸铁支架；
17—分合指示牌；18，19（外）—F₁型联锁接点；19（内）—F₂型联锁接点

图 3 CD₂型操作机构在分闸状态各连板的位置

1—主轴; 2—拐臂; 3, 7, 12 及 10, 11—连板; 4—托架; 5—合闸滚轮; 6—合闸铁芯顶杆; 8—限位螺丝;
9—跳闸铁芯; O_1, O_2, O_3, O_4 —活动轴; O_5, O_6, O_7 —固定轴; 13—导向筒

第 47 条 联锁接点应符合下列要求：

1. 在分闸位置时, 联锁接点拉杆的有关尺寸和角度如图 4 所示(参考值)。当需要调整 F_1 型联锁接点拉杆长度时, 必须保证拉杆与拐臂的夹角不得小于 30° 。

2. 各联锁接点应动作灵活，接触良好，烧灼部分应清理干净，接点绝缘物完好。 F_2 型联锁接点的断开距离应保持 4~5 mm，并应保证三点配合适当。

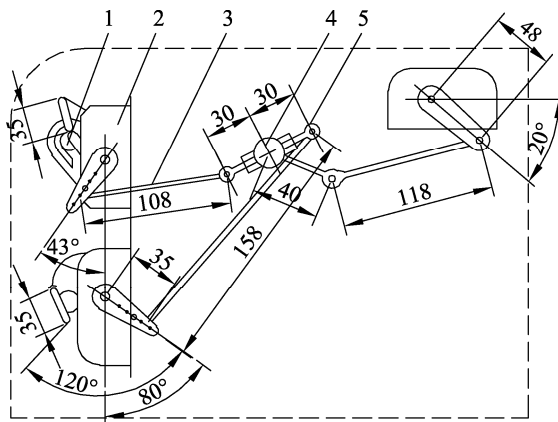


图 4 联锁接点的有关尺寸和角度（分闸时）

1— F_2 型联锁接点；2— F_1 型联锁接点；3—拉杆；4—主轴；5—拐杆

第 48 条 合闸电磁铁的检修（见图 2）：

1. 按下列步骤进行解体：

① 拆开合闸线圈引线至端子排的接线螺丝；

② 拆下操作机构左侧的端子排；

③ 在合闸铁芯底座下面放一临时支承物，将铁芯支持牢靠；

④ 拆下悬吊合闸铁芯系统的四个螺母；

⑤ 由两人将合闸铁芯底座（连同铁芯圆筒形磁轭、线圈等）抬起，另一人将底座下面的临时支承物取出，小心地将铁芯系统取出，注意防止砸伤人和碰坏零件。

2. 用布蘸汽油将铁芯 2、底座 12 及线圈内套 6 等零部件擦净，并仔细检查。要求合闸铁芯及其顶杆 3 圆滑、正直、无毛刺，顶杆端部无打偏现象；返回铁芯的推力弹簧 4，固定在支架底面的黄铜垫圈 5 无异状；线圈内套圆正、无毛刺，上、下端完全入槽；底座及装在其上的操作手柄装置无异状；底座内的橡皮缓冲垫，应不少于两片，弹性良好，固定橡皮缓冲垫的螺栓，在螺母下方应有开口销。

3. 若修前检查发现第 58 条第 1、3 款的情况时，首先应检查返回铁芯的推力弹簧是否断裂或卡阻，顶杆是否松动变位，线圈内套是否圆正，底座内有无异物和异状。这些因素排除后，按第 58 条要求进行调整。

4. 合闸线圈应无断路、短路现象；如修前试验发现绝缘电阻不符合规定，应查明原因，若线圈受潮应干燥。线圈的干燥方法：将线圈清扫干净，放入烘箱，以每小时 10°C 升温，升到 50°C 时，保温 1 h；再升温至 $70\sim 80^{\circ}\text{C}$ ，烘 8~12 h（从升温至 70°C 开始计时）；然后每小时降温 10°C ，降到室温后，测绝缘电阻。如仍不合格，须重新进行干燥，并延长烘焙时间。干燥完毕，涂快干绝缘清漆，再于 $70\sim 80^{\circ}\text{C}$ 下烘 4 h。

5. 合闸铁芯及线圈等全部检修后，按与拆卸时相反的顺序装复。并用手柄操作缓慢合闸，检查铁芯与线圈内套不得有卡阻，否则应调整。

第 49 条 跳闸电磁铁的检修（图 2、图 3）：

1. 按下列步骤进行解体：

- ① 拆下跳闸线圈引线至端子排的接线螺丝，并将引线做好标记；
- ② 拆开操作机构前面的端子排；
- ③ 拆下跳闸线圈铜套下面的挡板；
- ④ 一手托住分闸铁芯系统，一手松开铸铁支架上固定分闸铁芯顶杆导向筒的止钉螺丝；
- ⑤ 从铸铁支架下面将分闸铁芯、顶杆导向筒及分闸线圈铜套一起取出；
- ⑥ 从铸铁支架前面取出分闸线圈。

2. 将拆下的零部件清扫检查，要求铁芯及其顶杆正直，表面光洁；顶杆孔圆滑、光洁，内径大于顶杆直径 $1 \sim 2 \text{ mm}$ ；线圈铜套圆正、光洁；线圈铜套在顶杆导向筒上的固定牢靠。铁芯顶杆的长度应适当，用手将铁芯缓慢向上推，顶杆碰上连板 10（图 3）以后，以再能推 $8 \sim 10 \text{ mm}$ 为宜。

3. 跳闸线圈的检修：同合闸线圈。

4. 跳闸线圈及铁芯等全部修完后，按与拆卸相反的顺序装复。然后将铁芯旋转在不同的方位，用手向上缓慢推动，检查铁芯与线圈铜套不得卡阻，否则应查明原因消除障碍。铸铁支架上的止钉螺丝应紧固，确保跳闸铁芯系统不致脱落。

第 50 条 合闸接触器的检修：

1. 将各零部件解体（从外到内依次拆卸），清扫干净。
2. 检查动、静触头。要求用细锉将烧伤的突出部分或毛刺锉掉，再用清洁的布擦净（注意应尽可能少去掉触头的表面层），带动动触头的导杆和衔铁不受卡阻。
3. 检查灭弧罩。要求其安装牢靠，无受潮、破损现象，对动触头不卡阻。
4. 检查吹弧线圈。要求各匝间隙均匀，无短路、断路，绝缘良好。
5. 检查线圈：要求同合闸线圈。
6. 检查支座：胶木应无损伤，绝缘良好。
7. 各零部件全部检修后，按与拆卸相反的顺序装复，并注意步步检查、调整。触头断开时，开距应为 $3.5 \sim 4.5 \text{ mm}$ ；触头闭合时，压缩行程应为 $1.5 \sim 2.5 \text{ mm}$ ；触头接触良好，在规定的最低动作电压范围内，衔铁吸合密贴。

第 51 条 检查各连接导线和端子排，其要求见第 38 条。操作机构在支架上的四个悬挂点应紧固牢靠。分、合指示牌应指示正确。

第 52 条 断路器本体、传动机构和操作机构全部检修组装完毕，用手柄操作缓慢分、合闸应动作灵活无卡阻，然后按第四章要求进行调整。

第十一节 密封箱盖、试漏、充气、修后试验和喷漆

第 53 条 当检修、调整全部完成后，再检查一遍（特别是箱内部分），确认无问题后，将箱盖密封好。

第 54 条 密封箱盖后，抽真空到 -0.9 kg/cm^2 以下，然后充氮气到 2.2 kg/cm^2 ，进行漏气试验。

试漏方法：用毛刷将十二烷基硫酸钠溶液涂刷于轴封、套管中间法兰和导电杆周围，压力真空表和压力继电器的连接头，开关阀门及管接头、安全阀、箱盖接缝、焊缝等处，若不漏气泡，则密封良好。然后放置在室内观察 24 h 以上。当环境温度大致相同时，压力应保持

稳定（视觉）；当环境温度相差较大时，温度差为 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ ，压力变化范围应不大于 $\pm 3\%$ 。

第 55 条 试漏完毕，确认密封良好后，按下列步骤进行洗气和充气：

1. 将氮气放到压力真空表指示为 0，抽真空到 -0.9 kg/cm^2 以下。
2. 充氮气到压力真空表指示为 0，抽真空到 -0.9 kg/cm^2 以下。
3. 再充氮气到压力真空表指示为 0，抽真空到 -0.9 kg/cm^2 以下。
4. 充六氟化硫气体到压力真空表指示为 0，抽真空到 -0.9 kg/cm^2 以下。
5. 充六氟化硫气体到 $(2.0\pm 0.2)\text{ kg/cm}^2$ (20°C 时)。

在开始抽真空时，先开动真空泵，后开启断路器阀；在停止抽真空时，先关闭断路器阀，后关闭真空泵。

在开始充气时，先开启断路器阀，后开启储气瓶阀；在停止充气时，先关闭储气瓶阀，后关闭断路器阀。

在充六氟化硫气体前，充气用的胶皮管、阀门必须先用六氟化硫气体冲洗干净，然后将胶皮管迅速接到断路器阀管接头上。

六氟化硫充气管和真空泵抽气管不得混用。

箱盖密封后，如果抽真空能到 -1 kg/cm^2 ，并保持 30 分钟不变，则可直接充六氟化硫到额定压力。

第 56 条 按规程的规定进行修后试验，并将结果记入调整试验记录中（格式见附录一）。

第 57 条 根据漆膜脱落情况，进行补漆或喷漆：

1. 先清除灰尘、锈蚀和已损坏的漆膜。
2. 将不应喷漆的部分（如铭牌、观察窗、压力真空表等），用纸覆盖。
3. 喷好的漆膜应均匀、光滑。

第四章 调整方法和质量标准

第一节 操作机构

第 58 条 合闸铁芯顶杆：

1. 用手柄将合闸铁芯顶到最高位置，用塞尺检查合闸滚轮轴 O_2 与托架 4 顶面的间隙（简称上间隙），应为 $1\sim 2\text{ mm}$ （见图 5）。若上间隙过小，应将合闸铁芯顶杆拧出，升高其高度；反之，则将顶杆拧进，降低其高度。

2. 在分闸位置，合闸滚轮与合闸铁芯顶杆的间隙（简称下间隙），应为 $1\sim 5\text{ mm}$ （见图 3）。如不符合要求，可增减合闸铁芯底座内的橡皮缓冲垫来调整，减少橡皮垫可使间隙增大，反之则缩小。

3. 若上间隙偏大，下间隙偏小，应将合闸铁芯顶杆拧进，降低其高度；若上间隙偏小，下间隙偏大，应将合闸铁芯顶杆拧出，升高其高度。

4. 调整合闸铁芯顶杆时，先测顶杆外露高度，再拧出顶杆的止钉螺丝，根据具体情况，将顶杆拧进或拧出，以达到所要求的间隙尺寸。顶杆调整后，如止钉螺丝顶不到原孔，应在

顶杆上重新钻孔，使止钉螺丝顶牢。

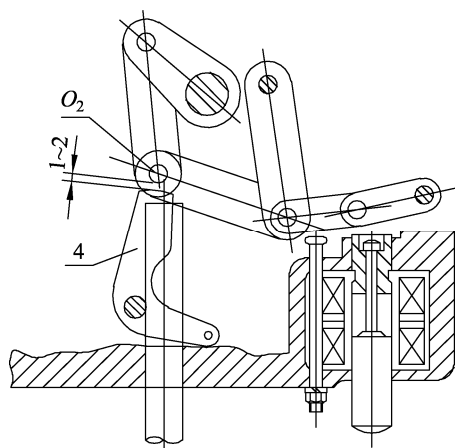


图 5 操作机构上间隙

第 59 条 限位螺丝 8 上部露出操作机构座的高度，应保证活动轴 O_4 中心低于活动轴 O_1 和固定轴 O_5 中心连线约 0.75 mm（见图 3），也可按下列方法检验调整：

1. 当断路器电动合闸时，合闸铁芯顶杆顶不到合闸滚轮 5，或在合闸过程终了时合闸滚轮从合闸铁芯顶杆上滑下，合闸铁芯和连板机构发生跳跃，说明限位螺丝上部露出的高度过高，应将它向下旋 1~2 转，并重新进行试验。

2. 当分闸线圈在规定的最低动作电压范围内电动分闸时，虽然分闸铁芯能动作，但不能引起分闸，说明限位螺丝上部露出的高度过低，应将它向上旋 1~2 转，并重新进行试验。

第 60 条 用手柄操作合闸，到合闸滚轮轴的 $1/2 \sim 2/3$ 处与托架右上角水平时，合闸回路中的 F_2 型联锁接点应断开（若断开过早，合不上闸；断开过晚易烧线圈），还要注意保证电动合闸可靠。分闸回路中的 F_2 型联锁接点，断路器合闸过程开始不久就接通（若接通过晚，合在故障点不能及时跳闸），但注意不要将小拉杆顶死。若不符合上述要求，可改变 F_2 型联锁接点的小拉杆长度来调整。

第二节 传动机构

第 61 条 垂直拉杆的长度（上、下轴销中心距）以 590^{+5}_{-10} mm 为宜（图 1 右边），还应与主触头断开距离、传动机构的整个装配配合调整（垂直拉杆可调长度过短，主触头断开距离会偏小，操作机构合闸滚轮在断路器分闸时会顶不准合闸铁芯顶杆，而是偏右；在断路器合闸时会顶不上托架，而是滞留在托架右边缘，均影响断路器可靠合闸。垂直拉杆可调长度过长，主触头断开距离会偏大）。调整时，将上头或下头的连接轴销拔出，将连接头拧进，可使该长度缩短，反之则增长。调好后，将锁紧螺母拧紧。

第 62 条 跳扣：

1. 断路器在分闸位置下，跳扣爪 2 与凸轮爪 1 之间的水平间隙应保持 2~3 mm（见图 6）。否则，拆下轴销 3，拧松螺母 5，进行调整。若水平间隙过小，应将支持件 4 拧进；过大则应拧出。调好后，拧紧螺母 5，装好轴销 3。