

目 录

前言.....	2
1 范围.....	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语和定义.....	4
4 总则.....	4
5 高压设备工作的基本要求.....	5
6 保证安全的组织措施.....	12
7 保证安全的技术措施.....	20
8 线路作业时变电站和发电厂的安全措施.....	25
9 带电作业.....	25
10 发电机、同期调相机和高压电动机的检修、维护工作.....	39
11 在六氟化硫（SF ₆ ）电气设备上的工作.....	41
12 在低压配电装置和低压导线上的工作.....	42
13 二次系统上的工作.....	43
14 电气试验.....	46
15 电力电缆工作.....	49
16 一般安全措施.....	52
17 起重与运输.....	62
18 高处作业.....	69

前言

本规程依据《关于委托补充修订〈安规〉的函》（安监一函〔2008〕12号）对《国家电网公司电力安全工作规程（变电站和发电厂电气部分）（试行）》进行修订补充形成。

本规程主要内容包括总则和高压设备工作的基本要求，保证安全的组织措施，保证安全的技术措施，线路作业时变电站和发电厂的安全措施，带电作业，发电机同期调相机和高压电动机的检修、维护工作，在六氟化硫（SF₆）电气设备上的工作，在低压配电装置和低压导线上的工作，二次系统上的工作，电气试验，电力电缆工作，一般安全措施，起重与运输，高处作业等十五部分。

本规程的附录 A、附录B附录C附录D附录E附录F附录G附录H附录K附录N附录O、附录P、附录Q 为资料性附录。

本规程的附录 I、附录J、附录L、附录M 为规范性附录。

本规程由国家电网公司安全监察质量部提出并解释。

本规程由国家电网公司科技部归口。

本规程起草单位：国家电网公司华东分部、国网上海市电力公司、国网江苏省电力公司、国网浙江省电力公司、国网安徽省电力公司、国网福建省电力有限公司、国家电网公司运行分公司、中国电力科学研究院。

本规程主要起草人：张雷、陆懋德、戴克铭、葛乃成、刘亨铭、聂宇本、方旭初、吴濡生、罗耀国、胡翔、李智勇、孙鹏、刘凯、刘庭、杨振强、韩学军、张印虎、刘昊、肖关荣、张健、杨光亮、张继明、周忠浩。

本规程为首次发布。

国家电网公司电力安全工作规程 变电部分

1 范围

本规程规定了工作人员在作业现场应遵守的安全要求。

本规程适用于在运用中的发电、输电、变电（包括特高压、高压直流）、配电和用户电气设备上及相关场所工作的所有人员，其他单位和相关人员参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件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文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 3608—2008 高处作业分级

GB 3787—2006 手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程

GB 5905 起重机试验、规范和程序

GB 6067 起重机械安全规程

GB/T 9465 高空作业车

GB/T 18857—2002 配电线路带电作业技术导则

GB 26859—2011 电力安全工作规程（电力线路部分）

GB 26860—2011 电力安全工作规程（发电厂和变电站电气部分）

GB 26861—2011 电力安全工作规程（高压试验室部分）

DL/T 392—2010 1000kV 交流输电线路带电作业技术导则

DL 408—1991 电业安全工作规程（发电厂和变电所电气部分）

DL 409—1991 电业安全工作规程（电力线路部分）

DL/T 878—2004 带电作业用绝缘工具试验导则

DL/T 881—2004 ±500kV 直流输电线路带电作业技术导则

DL/T 966—2005 送电线路带电作业技术导则

DL/T 976—2005 带电作业工具、装置和设备预防性试验规程

DL/T 1060—2007 750kV 交流输电线路带电作业技术导则

DL 5027 电力设备典型消防规程

ZBJ 80001 汽车起重机和轮胎起重机维护与保养

Q/GDW 302—2009 ±800kV 直流输电线路带电作业技术导则

3 术语和定义

3.1 低 [电] 压 low voltage, LV

用于配电的交流系统中 1000V 及其以下的电压等级。

3.2 高 [电] 压 high voltage, HV

① 通常指超过低压的电压等级。

② 特定情况下, 指电力系统中输电的电压等级。

3.3 运用中的电气设备 operating electrical equipment

全部带有电压、一部分带有电压或一经操作即带有电压的电气设备。

3.4 事故紧急抢修工作 Emergency repair work

指电气设备发生故障被迫紧急停止运行, 需短时间内恢复的抢修和排除故障的工作。

3.5 设备双重名称 dual tags of equipment

即设备名称和编号。

4 总则

4.1 为加强电力生产现场管理, 规范各类工作人员的行为, 保证人身、电网和设备安全, 依据国家有关法律、法规, 结合电力生产的实际, 制定本规程。

4.2 作业现场的基本条件。

4.2.1 作业现场的生产条件和安全设施等应符合有关标准、规范的要求, 工作人员的劳动防护用品应合格、齐备。

4.2.2 经常有人工作的场所及施工车辆上宜配备急救箱, 存放急救用品, 并应指定专人经常检查、补充或更换。

4.2.3 现场使用的安全工器具应合格并符合有关要求。

4.2.4 各类作业人员应被告知其作业现场和工作岗位存在的危险因素、防范措施及事故紧急处理措施。

4.3 作业人员的基本条件。

4.3.1 经医师鉴定, 无妨碍工作的病症 (体格检查每两年至少一次)。

4.3.2 具备必要的电气知识和业务技能, 且按工作性质, 熟悉本规程的相关部分, 并经考试合格。

4.3.3 具备必要的安全生产知识，学会紧急救护法，特别要学会触电急救。

4.3.4 进入作业现场应正确佩戴安全帽，现场作业人员应穿全棉长袖工作服。

4.4 教育和培训。

4.4.1 各类作业人员应接受相应的安全生产教育和岗位技能培训，经考试合格上岗。

4.4.2 作业人员对本规程应每年考试一次。因故间断电气工作连续三个月以上者，应重新学习本规程，并经考试合格后，方能恢复工作。

4.4.3 新参加电气工作的人员、实习人员和临时参加劳动的人员（管理人员、非全日制用工等），经过安全知识教育后，方可下现场参加指定的工作，并且不得单独工作。

4.4.4 参与公司系统所承担电气工作的外单位或外来工作人员应熟悉本规程，经考试合格，并经设备运维管理单位（部门）认可，方可参加工作。工作前，设备运维管理单位（部门）应告知现场电气设备接线情况、危险点和安全注意事项。

4.5 任何人发现有违反本规程的情况，应立即制止，经纠正后才能恢复作业。各类作业人员有权拒绝违章指挥和强令冒险作业；在发现直接危及人身、电网和设备安全的紧急情况时，有权停止作业或者在采取可能的紧急措施后撤离作业场所，并立即报告。

4.6 在试验和推广新技术、新工艺、新设备、新材料的同时，应制定相应的安全措施，经本单位批准后执行。

5 高压设备工作的基本要求

5.1 一般安全要求

5.1.1 运维人员应熟悉电气设备。单独值班人员或运维负责人还应有实际工作经验。

5.1.2 高压设备符合下列条件者，可由单人值班或单人操作：

a) 室内高压设备的隔离室设有遮栏，遮栏的高度在 1.7m 以上，安装牢固并加锁者。

b) 室内高压断路器（开关）的操动机构（操作机构）用墙或金属板与该断路器（开关）隔离或装有远方操动机构（操作机构）者。

5.1.3 换流站不允许单人值班或单人操作。

5.1.4 无论高压设备是否带电，作业人员不得单独移开或越过遮栏进行工作；若有必要移开遮栏时，应有监护人在场，并符合表1的安全距离。

表1 设备不停电时的安全距离

电压等级 KV	安全距离 m	电压等级 KV	安全距离 m
10及以下（13.8）	0.70	1000	8.70
20、35	1.00	±50及以下	1.50
66、110	1.50	±400	5.90
220	3.00	±500	6.00
330	4.00	±660	8.40
500	5.00	±800	9.30
750	7.20		

注1：表中伪劣电压等级按高一档电压等级确定安全距离。
注2：±400KV数据是按还把3000m校正的，海拔4000m时安全距离为6.00m。750KV数据是按还把2000m校正的，其他等级数据按还把1000m校正。

5.1.5 10、20、35kV 户外（内）配电装置的裸露部分在跨越人行过道或作业区时，若导电部分对地高度分别小于 2.7（2.5）、2.8（2.5）、2.9m（2.6m），该裸露部分两侧和底部应装设护网。

5.1.6 户外 10kV 及以上高压配电装置场所的行车通道上，应根据表 2 设置行车安全限高标志。

表 2 车辆（包括装载物）外廓至无遮拦带电部分之间的安全距离

电压等级 KV	安全距离 m	电压等级 KV	安全距离 m
10	0.95	750	6.70 ^b
20	1.05	1000	8.25
35	1.15	±50 及以下	1.65
66	1.40	±400	5.45 ^b
110	1.65(1.75) ^a	±500	5.60
220	2.55	±660	8.00
330	3.25	±800	9.00
500	4.55		

a 括号内数字为 110KV 中性点不接地系统使用。
b ±400KV 数据是按 3000m 校正的，海拔 4000m 时安全距离为 5.5m。7.5KV 数据是按海拔 2000m 校正的，其他等级数据按海拔 1000m 校正。

5.1.7 室内母线分段部分、母线交叉部分及部分停电检修易误碰有电设备的，应设有明显标志的永久性隔离挡板（护网）。

5.1.8 待用间隔（母线连接排、引线已接上母线的备用间隔）应有名称、编号，并列入调度管辖范围。其隔离开关（刀闸）操作手柄、网门应加锁。

5.1.9 在手车开关拉出后，应观察隔离挡板是否可靠封闭。封闭式组合电器引出电缆备用孔或母线的终端备用孔应用专用器具封闭。

5.1.10 运行中的高压设备，其中性点接地系统的中性点应视作带电体，在运行中若必须进行中性点接地点断开的工作时，应先建立有效的旁路接地才可进行断

开工作。

5.1.11 换流站内，运行中高压直流系统直流场中性区域设备、站内临时接地极、接地极线路及接地极均应视为带电体。

5.1.12 换流站阀厅未转检修前，人员禁止进入作业（巡视通道除外）。

5.2 高压设备的巡视

5.2.1 经本单位批准允许单独巡视高压设备的人员巡视高压设备时，不准进行其他工作，不准移开或越过遮栏。

5.2.2 雷雨天气，需要巡视室外高压设备时，应穿绝缘靴，并不准靠近避雷器和避雷针。

5.2.3 火灾、地震、台风、冰雪、洪水、泥石流、沙尘暴等灾害发生时禁止巡视灾害现场。灾害发生后，如需要对设备进行巡视时，应制定必要的安全措施，得到设备运维管理单位批准，并至少两人一组，巡视人员应与派出部门之间保持通信联络。

5.2.4 高压设备发生接地时，室内人员应距离故障点4m以外，室外人员应距离故障点8m以外。进入上述范围人员应穿绝缘靴，接触设备的外壳和构架时，应戴绝缘手套。

5.2.5 巡视室内设备，应随手关门。

5.2.6 高压室的钥匙至少应有 3 把，由运维人员负责保管，按值移交。1 把专供紧急时使用，1 把专供运维人员使用，其他可以借给经批准的巡视高压设备人员和经批准的检修、施工队伍的工作负责人使用，但应登记签名，巡视或当日工作结束后交还。

5.3 倒闸操作

5.3.1 倒闸操作应根据值班调控人员或运维负责人的指令，受令人复诵无误后执行。发布指令应准确、清晰，使用规范的调度术语和设备双重名称。发令人 and 受令人应先互报单位和姓名，发布指令的全过程（包括对方复诵指令）和听取指令的报告时应录音并做好记录。操作人员（包括监护人）应了解操作目的和操作顺序。对指令有疑问时应向发令人询问清楚无误后执行。发令人、受令人、操作人员（包括监护人）均应具备相应资质。

5.3.2 倒闸操作可以通过就地操作、遥控操作、程序操作完成。遥控操作、程序操作的设备应满足有关技术条件。

5.3.3 倒闸操作的分类。

5.3.3.1 监护操作：由两人进行同一项的操作。

监护操作时，其中一人对设备较为熟悉者作监护。特别重要和复杂的倒闸操作，由熟练的运维人员操作，运维负责人监护。

5.3.3.2 单人操作：由一人完成的操作。

a) 单人值班的变电站或发电厂升压站操作时，运维人员根据发令人用电话传达的操作指令填用操作票，复诵无误。

b) 若有可靠的确认和自动记录手段，调控人员可实行单人操作。

c) 实行单人操作的设备、项目及人员需经设备运维管理单位或调度控制中心批准，人员应通过专项考核。

5.3.3.3 检修人员操作：由检修人员完成的操作。

a) 经设备运维管理单位（部门）考试合格并批准的本单位的检修人员，可进行 220kV 及以下的电气设备由热备用至检修或由检修至热备用的监护操作，监护人应是同一单位的检修人员或设备运维人员。

b) 检修人员进行操作的接、发令程序及安全要求应由设备运维管理单位审定，并报相关部门和调度控制中心备案。

5.3.4 操作票。

5.3.4.1 倒闸操作由操作人员填用操作票（见附录 A）。

5.3.4.2 操作票应用黑色或蓝色的钢（水）笔或圆珠笔逐项填写。用计算机开出的操作票应与手写票面统一；操作票票面应清楚整洁，不得任意涂改。操作票应填写设备的双重名称。操作人和监护人应根据模拟图或接线图核对所填写的操作项目，并分别手工或电子签名，然后经运维负责人（检修人员操作时由工作负责人）审核签名。

每张操作票只能填写一个操作任务。

5.3.4.3 下列项目应填入操作票内：

a) 应拉合的设备〔断路器（开关）、隔离开关（刀闸）、接地刀闸（装置）等〕，验电，装拆接地线，合上（安装）或断开（拆除）控制回路或电压互感器回路的空气开关、熔断器，切换保护回路和自动化装置及检验是否确无电压等。

b) 拉合设备〔断路器（开关）、隔离开关（刀闸）、接地刀闸（装置）等〕

后检查设备的位置。

c) 进行停、送电操作时，在拉合隔离开关（刀闸）、拉出、推入手车式开关前，检查断路器（开关）确在分闸位置。

d) 在进行倒负荷或解、并列操作前后，检查相关电源运行及负荷分配情况。

e) 设备检修后合闸送电前，检查送电范围内接地刀闸（装置）已拉开，接地线已拆除。

f) 高压直流输电系统启停、功率变化及状态转换、控制方式改变、主控站转换，控制、保护系统投退，换流变压器冷却器切换及分接头手动调节。

g) 阀冷却、阀厅消防和空调系统的投退、方式变化等操作。

h) 直流输电控制系统对断路器（开关）进行的锁定操作。

5.3.5 倒闸操作的基本条件。

5.3.5.1 有与现场一次设备和实际运行方式相符的一次系统模拟图（包括各种电子接线图）。

5.3.5.2 操作设备应具有明显的标志，包括命名、编号、分合指示，旋转方向、切换位置的指示及设备相色等。

5.3.5.3 高压电气设备都应安装完善的防误操作闭锁装置。防误操作闭锁装置不得随意退出运行，停用防误操作闭锁装置应经运维管理单位批准；短时间退出防误操作闭锁装置时，应经变电运维班（站）长或发电厂当班值长批准，并应按程序尽快投入。

5.3.5.4 有值班调控人员、运维负责人正式发布的指令，并使用经事先审核合格的操作票。

5.3.5.5 下列三种情况应加挂机械锁：

a) 未装防误操作闭锁装置或闭锁装置失灵的刀闸手柄、阀厅大门和网门。

b) 当电气设备处于冷备用时，网门闭锁失去作用时的有电间隔网门。

c) 设备检修时，回路中的各来电侧刀闸操作手柄和电动操作刀闸机构箱的箱门。

机械锁要 1 把钥匙开 1 把锁，钥匙要编号并妥善保管。

5.3.6 倒闸操作的基本要求：

5.3.6.1 停电拉闸操作应按照断路器（开关）—负荷侧隔离开关（刀闸）—电源

侧隔离开关（刀闸）的顺序依次进行，送电合闸操作应按与上述相反的顺序进行。禁止带负荷拉合隔离开关（刀闸）。

5.3.6.2 现场开始操作前，应先在模拟图（或微机防误装置、微机监控装置）上进行核对性模拟预演，无误后，再进行操作。操作前应先核对系统方式、设备名称、编号和位置，操作中应认真执行监护复诵制度（单人操作时也应高声唱票），宜全过程录音。操作过程中应按操作票填写的顺序逐项操作。每操作完一步，应检查无误后做一个“√”记号，全部操作完毕后进行复查。

5.3.6.3 监护操作时，操作人在操作过程中不准有任何未经监护人同意的操作行为。

5.3.6.4 远方操作一次设备前，宜对现场发出提示信号，提醒现场人员远离操作设备。

5.3.6.5 操作中发生疑问时，应立即停止操作并向发令人报告。待发令人再行许可后，方可进行操作。不准擅自更改操作票，不准随意解除闭锁装置。解锁工具（钥匙）应封存保管，所有操作人员和检修人员禁止擅自使用解锁工具（钥匙）。若遇特殊情况需解锁操作，应经运维管理部门防误操作装置专责人或运维管理部门指定并经书面公布的人员到现场核实无误并签字后，由运维人员告知当值调控人员，方能使用解锁工具（钥匙）。单人操作、检修人员在倒闸操作过程中禁止解锁。如需解锁，应待增派运维人员到现场，履行上述手续后处理。解锁工具（钥匙）使用后应及时封存并做好记录。

5.3.6.6 电气设备操作后的位置检查应以设备各相实际位置为准，无法看到实际位置时，应通过间接方法，如设备机械位置指示、电气指示、带电显示装置、仪表及各种遥测、遥信等信号的变化来判断。判断时，至少应有两个非同样原理或非同源的指示发生对应变化，且所有这些确定的指示均已同时发生对应变化，才能确认该设备已操作到位。以上检查项目应填写在操作票中作为检查项。检查中若发现其他任何信号有异常，均应停止操作，查明原因。若进行遥控操作，可采用上述的间接方法或其他可靠的方法判断设备位置。

5.3.6.7 继电保护远方操作时，至少应有两个指示发生对应变化，且所有这些确定的指示均已同时发生对应变化，才能确认该设备已操作到位。

5.3.6.8 换流站直流系统应采用程序操作，程序操作不成功，在查明原因并经值

班调控人员许可后可进行遥控步进操作。

5.3.6.9 用绝缘棒拉合隔离开关（刀闸）、高压熔断器或经传动机构拉合断路器（开关）和隔离开关（刀闸），均应戴绝缘手套。雨天操作室外高压设备时，绝缘棒应有防雨罩，还应穿绝缘靴。接地网电阻不符合要求的，晴天也应穿绝缘靴。雷电时，禁止就地进行倒闸操作。

5.3.6.10 装卸高压熔断器，应戴护目眼镜和绝缘手套，必要时使用绝缘夹钳，并站在绝缘垫或绝缘台上。

5.3.6.11 断路器（开关）遮断容量应满足电网要求。如遮断容量不够，应将操动机构（操作机构）用墙或金属板与该断路器（开关）隔开，应进行远方操作，重合闸装置应停用。

5.3.6.12 电气设备停电后（包括事故停电），在未拉开有关隔离开关（刀闸）和做好安全措施前，不得触及设备或进入遮栏，以防突然来电。

5.3.6.13 单人操作时不得进行登高或登杆操作。

5.3.6.14 在发生人身触电事故时，可以不经许可，即行断开有关设备的电源，但事后应立即报告调度控制中心（或设备运维管理单位）和上级部门。

5.3.6.15 同一直流系统两端换流站间发生系统通信故障时，两换流站间的操作应根据值班调控人员的指令配合执行。

5.3.6.16 双极直流输电系统单极停运检修时，禁止操作双极公共区域设备，禁止合上停运极中性线大地/金属回线隔离开关（刀闸）。

5.3.6.17 直流系统升降功率前应确认功率设定值不小于当前系统允许的最小功率，且不能超过当前系统允许的最大功率限制。

5.3.6.18 手动切除交流滤波器（并联电容器）前，应检查系统有足够的备用数量，保证满足当前输送功率无功需求。

5.3.6.19 交流滤波器（并联电容器）退出运行后再次投入运行前，应满足电容器放电时间要求。

5.3.7 下列各项工作可以不用操作票：

- a) 事故紧急处理。
- b) 拉合断路器（开关）的单一操作。
- c) 程序操作。

上述操作在完成后应做好记录，事故紧急处理应保存原始记录。

5.3.8 同一变电站的操作票应事先连续编号，计算机生成的操作票应在正式出票前连续编号，操作票按编号顺序使用。作废的操作票，应注明“作废”字样，未执行的应注明“未执行”字样，已操作的应注明“已执行”字样。操作票应保存一年。

5.4 高压设备上工作

5.4.1 在运用中的高压设备上工作，分为三类：

5.4.1.1 全部停电的工作，系指室内高压设备全部停电（包括架空线路与电缆引入线在内），并且通至邻接高压室的门全部闭锁，以及室外高压设备全部停电（包括架空线路与电缆引入线在内）的工作。

5.4.1.2 部分停电的工作，系指高压设备部分停电，或室内虽全部停电，而通至邻接高压室的门并未全部闭锁的工作。

5.4.1.3 不停电工作是指：

- a) 工作本身不需要停电并且不可能触及导电部分的工作。
- b) 可在带电设备外壳上或导电部分上进行的工作。

5.4.2 在高压设备上工作，应至少由两人进行，并完成保证安全的组织措施和技术措施。

6 保证安全的组织措施

6.1 在电气设备上工作，保证安全的组织措施。

- a) 现场勘察制度。
- b) 工作票制度。
- c) 工作许可制度。
- d) 工作监护制度。
- e) 工作间断、转移和终结制度。

6.2 现场勘察制度

变电检修（施工）作业，工作票签发人或工作负责人认为有必要现场勘察的，检修（施工）单位应根据工作任务组织现场勘察，并填写现场勘察记录。现场勘察由工作票签发人或工作负责人组织。

6.3 工作票制度

6.3.1 在电气设备上的工作，应填用工作票或事故紧急抢修单，其方式有以下 6 种：

- a) 填用变电站（发电厂）第一种工作票（见附录 B）。
- b) 填用电力电缆第一种工作票（见附录 C）。
- c) 填用变电站（发电厂）第二种工作票（见附录 D）。
- d) 填用电力电缆第二种工作票（见附录 E）。
- e) 填用变电站（发电厂）带电作业工作票（见附录 F）。
- f) 填用变电站（发电厂）事故紧急抢修单（见附录 G）。

6.3.2 填用第一种工作票的工作为：

- a) 高压设备上工作需要全部停电或部分停电者。
- b) 二次系统和照明等回路上的工作，需要将高压设备停电者或做安全措施者。
- c) 高压电力电缆需停电的工作。
- d) 换流变压器、直流场设备及阀厅设备需要将高压直流系统或直流滤波器停用者。
- e) 直流保护装置、通道和控制系统的工作，需要将高压直流系统停用者。
- f) 换流阀冷却系统、阀厅空调系统、火灾报警系统及图像监视系统等工作，需要将高压直流系统停用者。
- g) 其他工作需要将高压设备停电或要做安全措施者。

6.3.3 填用第二种工作票的工作为：

- a) 控制盘和低压配电盘、配电箱、电源干线上的工作。
- b) 二次系统和照明等回路上的工作，无需将高压设备停电者或做安全措施者。
- c) 转动中的发电机、同期调相机的励磁回路或高压电动机转子电阻回路上的工作。
- d) 非运维人员用绝缘棒、核相器和电压互感器定相或用钳型电流表测量高压回路的电流。
- e) 大于表 1 距离的相关场所和带电设备外壳上的工作以及无可能触及带电设备导电部分的工作。
- f) 高压电力电缆不需停电的工作。
- g) 换流变压器、直流场设备及阀厅设备上工作，无需将直流单、双极或直流滤波器停用者。

h) 直流保护控制系统的工作，无需将高压直流系统停用者。

i) 换流阀水冷系统、阀厅空调系统、火灾报警系统及图像监视系统等工作，无需将高压直流系统停用者。

6.3.4 填用带电作业工作票的工作为：

带电作业或与邻近带电设备距离小于表 1、大于表 4 规定的工作。

6.3.5 填用事故紧急抢修单的工作为：

事故紧急抢修可不用工作票，但应使用事故紧急抢修单。

非连续进行的事故修复工作，应使用工作票。

6.3.6 运维人员实施不需高压设备停电或做安全措施变电运维一体化业务项目时，可不使用工作票，但应以书面形式记录相应的操作和工作等内容。

各单位应明确发布所实施的变电运维一体化业务项目及所采取的书面记录形式。

6.3.7 工作票的填写与签发：

6.3.7.1 工作票应使用黑色或蓝色的钢（水）笔或圆珠笔填写与签发，一式两份，内容应正确，填写应清楚，不得任意涂改。如有个别错、漏字需要修改，应使用规范的符号，字迹应清楚。

6.3.7.2 用计算机生成或打印的工作票应使用统一的票面格式，由工作票签发人审核无误，手工或电子签名后方可执行。

工作票一份应保存在工作地点，由工作负责人收执；另一份由工作许可人收执，按值移交。工作许可人应将工作票的编号、工作任务、许可及终结时间记入登记簿。

6.3.7.3 一张工作票中，工作许可人与工作负责人不得互相兼任。若工作票签发人兼任工作许可人或工作负责人，应具备相应的资质，并履行相应的安全责任。

6.3.7.4 工作票由工作负责人填写，也可以由工作票签发人填写。

6.3.7.5 工作票由设备运维管理单位签发，也可由经设备运维管理单位审核合格且经批准的检修及基建单位签发。检修及基建单位的工作票签发人、工作负责人名单应事先送有关设备运维管理单位、调度控制中心备案。

6.3.7.6 承发包工程中，工作票可实行“双签发”形式。签发工作票时，双方工作票签发人在工作票上分别签名，各自承担本部分工作票签发人相应的安全责任。

6.3.7.7 第一种工作票所列工作地点超过两个，或有两个及以上不同的工作单位（班组）在一起工作时，可采用总工作票和分工作票。总、分工作票应由同一个工作票签

发人签发。总工作票上所列的安全措施应包括所有分工作票上所列的安全措施。几个班同时进行工作时，总工作票的工作班成员栏内，只填明各分工作票的负责人，不必填写全部工作班人员姓名。分工作票上要填写工作班人员姓名。

总、分工作票在格式上与第一种工作票一致。

分工作票应一式两份，由总工作票负责人和分工作票负责人分别收执。分工作票的许可和终结，由分工作票负责人与总工作票负责人办理。分工作票应在总工作票许可后才可许可；总工作票应在所有分工作票终结后才可终结。

6.3.7.8 供电单位或施工单位到用户变电站内施工时，工作票应由有权签发工作票的用户单位、施工单位或供电单位签发。

6.3.8 工作票的使用。

6.3.8.1 一个工作负责人不能同时执行多张工作票，工作票上所列的工作地点，以一个电气连接部分为限。

a) 所谓一个电气连接部分是指：电气装置中，可以用隔离开关（刀闸）同其他电气装置分开的部分。

b) 直流双极停用，换流变压器及所有高压直流设备均可视为一个电气连接部分。

c) 直流单极运行，停用极的换流变压器，阀厅，直流场设备、水冷系统可视为一个电气连接部分。双极公共区域为运行设备。

6.3.8.2 一张工作票上所列的检修设备应同时停、送电，开工前工作票内的全部安全措施应一次完成。若至预定时间，一部分工作尚未完成，需继续工作而不妨碍送电者，在送电前，应按照送电后现场设备带电情况，办理新的工作票，布置好安全措施后，方可继续工作。

6.3.8.3 若以下设备同时停、送电，可使用同一张工作票：

a) 属于同一电压等级、位于同一平面场所，工作中不会触及带电导体的几个电气连接部分。

b) 一台变压器停电检修，其断路器（开关）也配合检修。

c) 全站停电。

6.3.8.4 同一变电站内在几个电气连接部分上依次进行不停电的同一类型的工作，可以使用一张第二种工作票。

6.3.8.5 在同一变电站内，依次进行的同一类型的带电作业可以使用一张带电作业工

作票。

6.3.8.6 持线路或电缆工作票进入变电站或发电厂升压站进行架空线路、电缆等工作，应增填工作票份数，由变电站或发电厂工作许可人许可，并留存。

上述单位的工作票签发人和工作负责人名单应事先送有关运维单位备案。

6.3.8.7 需要变更工作班成员时，应经工作负责人同意，在对新的作业人员进行安全交底手续后，方可进行工作。非特殊情况不得变更工作负责人，如确需变更工作负责人应由工作票签发人同意并通知工作许可人，工作许可人将变动情况记录在工作票上。工作负责人允许变更一次。原、现工作负责人应对工作任务和安全措施进行交接。

6.3.8.8 在原工作票的停电及安全措施范围内增加工作任务时，应由工作负责人征得工作票签发人和工作许可人同意，并在工作票上增填工作项目。若需变更或增设安全措施者应填用新的工作票，并重新履行签发许可手续。

6.3.8.9 变更工作负责人或增加工作任务，如工作票签发人和工作许可人无法当面办理，应通过电话联系，并在工作票登记簿和工作票上注明。

6.3.8.10 第一种工作票应在工作前一日送达运维人员，可直接送达或通过传真、局域网传送，但传真传送的工作票许可应待正式工作票到达后履行。临时工作可在工作开始前直接交给工作许可人。

第二种工作票和带电作业工作票可在进行工作的当天预先交给工作许可人。

6.3.8.11 工作票有破损不能继续使用时，应补填新的工作票，并重新履行签发许可手续。

6.3.9 工作票的有效期与延期。

6.3.9.1 第一、二种工作票和带电作业工作票的有效时间，以批准的检修期为限。

6.3.9.2 第一、二种工作票需办理延期手续，应在工期尚未结束以前由工作负责人向运维负责人提出申请（属于调控中心管辖、许可的检修设备，还应通过值班调控人员批准），由运维负责人通知工作许可人给予办理。第一、二种工作票只能延期一次。带电作业工作票不准延期。

6.3.10 工作票所列人员的基本条件。

6.3.10.1 工作票签发人应是熟悉人员技术水平、熟悉设备情况、熟悉本规程，并具有相关工作经验的生产领导人、技术人员或经本单位分管生产领导批准的人员。工作票签发人员名单应书面公布。

6.3.10.2 工作负责人（监护人）应是具有相关工作经验，熟悉设备情况和本规程，经工区（车间，下同）书面批准的人员。工作负责人还应熟悉工作班成员的工作能力。

6.3.10.3 工作许可人应是经工区批准的有一定工作经验的运维人员或检修操作人员（进行该工作任务操作及做安全措施的人员）；用户变、配电站的工作许可人应是持有效证书的高压电气工作人员。

6.3.10.4 专责监护人应是具有相关工作经验，熟悉设备情况和本规程的人员。

6.3.11 工作票所列人员的安全责任。

6.3.11.1 工作票签发人：

- a) 确认工作必要性和安全性。
- b) 确认工作票上所填安全措施是否正确完备。
- c) 确认所派工作负责人和工作班人员是否适当和充足。

6.3.11.2 工作负责人（监护人）：

- a) 正确组织工作。
- b) 检查工作票所列安全措施是否正确完备，是否符合现场实际条件，必要时予以补充完善。
- c) 工作前对工作班成员进行危险点告知，交待安全措施和技术措施，并确认每一个工作班成员都已知晓。
- d) 严格执行工作票所列安全措施。
- e) 监督工作班成员遵守本规程，正确使用劳动防护用品以及执行现场安全措施。
- f) 关注工作班成员身体状况和精神状态是否出现异常迹象，人员变动是否合适。

6.3.11.3 工作许可人：

- a) 负责审查工作票所列安全措施是否正确、完备，是否符合现场条件。
- b) 工作现场布置的安全措施是否完善，必要时予以补充。
- c) 负责检查检修设备有无突然来电的危险。
- d) 对工作票所列内容即使发生很小疑问，也应向工作票签发人询问清楚，必要时要求作详细补充。

6.3.11.4 专责监护人：

- a) 明确被监护人员和监护范围。
- b) 工作前对被监护人员交待安全措施，告知危险点和安全注意事项。

c) 监督被监护人员遵守本规程和现场安全措施, 及时纠正不安全行为。

6.3.11.5 工作班成员:

a) 熟悉工作内容、工作流程, 掌握安全措施, 明确工作中的危险点, 并在工作票上履行交底签名确认手续。

b) 服从工作负责人(监护人)、专责监护人的指挥, 严格遵守本规程和劳动纪律, 在确定的作业范围内工作, 对自己在工作中的行为负责, 互相关心工作安全。

c) 正确使用安全工器具和劳动防护用品。

6.4 工作许可制度。

6.4.1 工作许可人在完成施工现场的安全措施后, 还应完成以下手续, 工作班方可开始工作。

6.4.1.1 会同工作负责人到现场再次检查所做的安全措施, 对具体的设备指明实际的隔离措施, 证明检修设备确无电压。

6.4.1.2 对工作负责人指明带电设备的位置和注意事项。

6.4.1.3 和工作负责人在工作票上分别确认、签名。

6.4.2 运维人员不得变更有关检修设备的运行接线方式。工作负责人、工作许可人任何一方不得擅自变更安全措施, 工作中如有特殊情况需要变更时, 应先取得对方的同意并及时恢复。变更情况及时记录在值班日志内。

6.4.3 变电站(发电厂)第二种工作票可采取电话许可方式, 但应录音, 并各自做好记录。采取电话许可的工作票, 工作所需安全措施可由工作人员自行布置, 工作结束后应汇报工作许可人。

6.5 工作监护制度。

6.5.1 工作许可手续完成后, 工作负责人、专责监护人应向工作班成员交待工作内容、人员分工、带电部位和现场安全措施, 进行危险点告知, 并履行确认手续, 工作班方可开始工作。工作负责人、专责监护人应始终在工作现场, 对工作班人员的安全认真监护, 及时纠正不安全的行为。

6.5.2 所有工作人员(包括工作负责人)不许单独进入、滞留在高压室、阀厅内和室外高压设备区内。

若工作需要(如测量极性、回路导通试验、光纤回路检查等), 而且现场设备允许时, 可以准许工作班中有实际经验的一个人或几人同时在他处进行工作, 但工作负

责人应在事前将有关安全注意事项予以详尽的告知。

6.5.3 工作负责人、专责监护人应始终在工作现场。

工作票签发人或工作负责人，应根据现场的安全条件、施工范围、工作需要等具体情况，增设专责监护人和确定被监护的人员。

专责监护人不得兼做其他工作。专责监护人临时离开时，应通知被监护人员停止工作或离开工作现场，待专责监护人回来后方可恢复工作。若专责监护人必须长时间离开工作现场时，应由工作负责人变更专责监护人，履行变更手续，并告知全体被监护人员。

6.5.4 工作期间，工作负责人若因故暂时离开工作现场时，应指定能胜任的人员临时代替，离开前应将工作现场交待清楚，并告知工作班成员。原工作负责人返回工作现场时，也应履行同样的交接手续。

若工作负责人必须长时间离开工作现场时，应由原工作票签发人变更工作负责人，履行变更手续，并告知全体作业人员及工作许可人。原、现工作负责人应做好必要的交接。

6.6 工作间断、转移和终结制度

6.6.1 工作间断时，工作班人员应从工作现场撤出。每日收工，应清扫工作地点，开放已封闭的通道，并电话告知工作许可人。若工作间断后所有安全措施和接线方式保持不变，工作票可由工作负责人执存。次日复工时，工作负责人应电话告知工作许可人，并重新认真检查确认安全措施是否符合工作票要求。间断后继续工作，若无工作负责人或专责监护人带领，作业人员不得进入工作地点。

6.6.2 在未办理工作票终结手续以前，任何人员不准将停电设备合闸送电。在工作间断期间，若有紧急需要，运维人员可在工作票未交回的情况下合闸送电，但应先通知工作负责人，在得到工作班全体人员已经离开工作地点、可以送电的答复后方可执行，并应采取下列措施：

a) 拆除临时遮栏、接地线和标示牌，恢复常设遮栏，换挂“止步，高压危险！”的标示牌。

b) 应在所有道路派专人守候，以便告诉工作班人员“设备已经合闸送电，不得继续工作”。守候人员在工作票未交回以前，不得离开守候地点。

6.6.3 检修工作结束以前，若需将设备试加工作电压，应按下列条件进行：

- a) 全体作业人员撤离工作地点。
 - b) 将该系统的所有工作票收回，拆除临时遮栏、接地线和标示牌，恢复常设遮栏。
 - c) 应在工作负责人和运维人员进行全面检查无误后，由运维人员进行加压试验。
- 工作班若需继续工作时，应重新履行工作许可手续。

6.6.4 在同一电气连接部分用同一张工作票依次在几个工作地点转移工作时，全部安全措施由运维人员在开工前一次做完，不需再办理转移手续。但工作负责人在转移工作地点时，应向作业人员交待带电范围、安全措施和注意事项。

6.6.5 全部工作完毕后，工作班应清扫、整理现场。工作负责人应先周密地检查，待全体作业人员撤离工作地点后，再向运维人员交待所修项目、发现的问题、试验结果和存在问题等，并与运维人员共同检查设备状况、状态，有无遗留物件，是否清洁等，然后在工作票上填明工作结束时间。经双方签名后，表示工作终结。

待工作票上的临时遮栏已拆除，标示牌已取下，已恢复常设遮栏，未拆除的接地线、未拉开的接地刀闸（装置）等设备运行方式已汇报调控人员，工作票方告终结。

6.6.6 只有在同一停电系统的所有工作票都已终结，并得到值班调控人员或运维负责人的许可指令后，方可合闸送电。

6.6.7 已终结的工作票、事故紧急抢修单应保存 1 年。

7 保证安全的技术措施

7.1 在电气设备上工作，保证安全的技术措施

- a) 停电。
- b) 验电。
- c) 接地。
- d) 悬挂标示牌和装设遮栏（围栏）。

上述措施由运维人员或有权执行操作的人员执行。

7.2 停电

7.2.1 工作地点，应停电的设备如下：

- a) 检修的设备。
- b) 与作业人员在进行工作中正常活动范围的距离小于表 3 规定的设备。

表 3 作业人员工作中正常活动范围与设备带电部分的安全距离

电压等级 KV	安全距离 m	电压等级 KV	安全距离 m
10及以下（13.8）	0.35	1000	9.50
20、35	0.60	±50及以下	1.50
66、110	1.50	±400	6.70 ^a
220	3.00	±500	6.80
330	4.00	±660	9.00
500	5.00	±800	10.10
750	8.00 ^b		
a ±400KV 数据时按还把 3000m 校正的，海拔 4000m 时安全距离为 6.80m。			
b 750KV 数据是按还把 2000m 校正的，其他等级数据按还把 1000m 校正。			

c) 在 35kV 及以下的设备处工作，安全距离虽大于表 3 规定，但小于表 1 规定，同时又无绝缘隔板、安全遮栏措施的设备。

d) 带电部分在作业人员后面、两侧、上下，且无可靠安全措施的设备。

e) 其他需要停电的设备。

7.2.2 检修设备停电，应把各方面的电源完全断开（任何运行中的星形接线设备的中性点，应视为带电设备）。禁止在只经断路器（开关）断开电源或只经换流器闭锁隔离电源的设备上工作。应拉开隔离开关（刀闸），手车开关应拉至试验或检修位置，应使各方面有一个明显的断开点，若无法观察到停电设备的断开点，应有能够反映设备运行状态的电气和机械等指示。与停电设备有关的变压器和电压互感器，应将设备各侧断开，防止向停电检修设备反送电。

7.2.3 检修设备和可能来电侧的断路器（开关）、隔离开关（刀闸）应断开控制电源和合闸能源，隔离开关（刀闸）操作把手应锁住，确保不会误送电。

7.2.4 对难以做到与电源完全断开的检修设备，可以拆除设备与电源之间的电气连接。

7.3 验电

7.3.1 验电时，应使用相应电压等级而且合格的接触式验电器，在装设接地线或合接地刀闸（装置）处对各相分别验电。验电前，应先在有电设备上进行试验，确认验电器良好；无法在有电设备上进行试验时，可用工频高压发生器等确认验电器良好。

7.3.2 高压验电应戴绝缘手套。验电器的伸缩式绝缘棒长度应拉足，验电时手应握在手柄处不得超过护环，人体应与验电设备保持表 1 中规定的距离。雨雪天

气时不得进行室外直接验电。

7.3.3 对无法进行直接验电的设备、高压直流输电设备和雨雪天气时的户外设备，可以进行间接验电，即通过设备的机械指示位置、电气指示、带电显示装置、仪表及各种遥测、遥信等信号的变化来判断。判断时，至少应有两个非同样原理或非同源的指示发生对应变化，且所有这些确定的指示均已同时发生对应变化，才能确认该设备已无电。以上检查项目应填写在操作票中作为检查项。检查中若发现其他任何信号有异常，均应停止操作，查明原因。若进行遥控操作，可采用上述的间接方法或其他可靠的方法进行间接验电。

330kV 及以上的电气设备，可采用间接验电方法进行验电。

7.3.4 表示设备断开和允许进入间隔的信号、经常接入的电压表等，如果指示有电，在排除异常情况前，禁止在设备上工作。

7.4 接地

7.4.1 装设接地线应由两人进行（经批准可以单人装设接地线的项目及运维人员除外）。

7.4.2 当验明设备确已无电压后，应立即将检修设备接地并三相短路。电缆及电容器接地前应逐相充分放电，星形接线电容器的中性点应接地、串联电容器及与整组电容器脱离的电容器应逐个多次放电，装在绝缘支架上的电容器外壳也应放电。

7.4.3 对于可能送电至停电设备的各方面都应装设接地线或合上接地刀闸（装置），所装接地线与带电部分应考虑接地线摆动时仍符合安全距离的规定。

7.4.4 对于因平行或邻近带电设备导致检修设备可能产生感应电压时，应加装工作接地线或使用个人保安线，加装的接地线应登录在工作票上，个人保安线由作业人员自装自拆。

7.4.5 在门型构架的线路侧进行停电检修，如工作地点与所装接地线的距离小于10m，工作地点虽在接地线外侧，也可不另装接地线。

7.4.6 检修部分若分为几个在电气上不连接的部分〔如分段母线以隔离开关（刀闸）或断路器（开关）隔开分成几段〕，则各段应分别验电接地短路。降压变电站全部停电时，应将各个可能来电侧的部分接地短路，其余部分不必每段都装设接地线或合上接地刀闸（装置）。

7.4.7 接地线、接地刀闸与检修设备之间不得连有断路器（开关）或熔断器。若由于设备原因，接地刀闸与检修设备之间连有断路器（开关），在接地刀闸和断路器（开关）合上后，应有保证断路器（开关）不会分闸的措施。

7.4.8 在配电装置上，接地线应装在该装置导电部分的规定地点，应去除这些地点的油漆或绝缘层，并划有黑色标记。所有配电装置的适当地点，均应设有与接地网相连的接地端，接地电阻应合格。接地线应采用三相短路式接地线，若使用分相式接地线时，应设置三相合一的接地端。

7.4.9 装设接地线应先接接地端，后接导体端，接地线应接触良好，连接应可靠。拆接地线的顺序与此相反。装、拆接地线导体端均应使用绝缘棒和戴绝缘手套。人体不得碰触接地线或未接地的导线，以防止触电。带接地线拆设备接头时，应采取防止接地线脱落的措施。

7.4.10 成套接地线应用有透明护套的多股软铜线和专用线夹组成，接地线截面不得小于 25mm^2 ，同时应满足装设地点短路电流的要求。禁止使用其他导线作接地线或短路线。接地线应使用专用的线夹固定在导体上，禁止用缠绕的方法进行接地或短路。

7.4.11 禁止作业人员擅自移动或拆除接地线。高压回路上的工作，必须要拆除全部或一部分接地线后始能进行工作者〔如测量母线和电缆的绝缘电阻，测量线路参数，检查断路器（开关）触头是否同时接触〕，如：

- a) 拆除一相接地线。
- b) 拆除接地线，保留短路线。
- c) 将接地线全部拆除或拉开接地刀闸（装置）。

上述工作应征得运维人员的许可（根据调控人员指令装设的接地线，应征得调控人员的许可），方可进行。工作完毕后立即恢复。

7.4.12 每组接地线及其存放位置均应编号，接地线号码与存放位置号码应一致。

7.4.13 装、拆接地线，应做好记录，交接班时应交待清楚。

7.5 悬挂标示牌和装设遮栏（围栏）

7.5.1 在一经合闸即可送电到工作地点的断路器（开关）和隔离开关（刀闸）的操作把手上，均应悬挂“禁止合闸，有人工作！”的标示牌（见附录 I）。

如果线路上有人工作，应在线路断路器（开关）和隔离开关（刀闸）操作把手上

悬挂“禁止合闸，线路有人工作！”的标示牌。对由于设备原因，接地刀闸与检修设备之间连有断路器（开关），在接地刀闸和断路器（开关）合上后，在断路器（开关）操作把手上，应悬挂“禁止分闸！”的标示牌。在显示屏上操作的断路器（开关）和隔离开关（刀闸）的操作处应设置“禁止合闸，有人工作！”或“禁止合闸，线路有人工作！”以及“禁止分闸！”的标记。

7.5.2 部分停电的工作，安全距离小于表 1 规定距离以内的未停电设备，应装设临时遮栏，临时遮栏与带电部分的距离不得小于表 3 的规定数值，临时遮栏可用干燥木材、橡胶或其他坚韧绝缘材料制成，装设应牢固，并悬挂“止步，高压危险！”的标示牌。

35kV 及以下设备可用与带电部分直接接触的绝缘隔板代替临时遮栏。绝缘隔板绝缘性能应符合附录 J 的要求。

7.5.3 在室内高压设备上工作，应在工作地点两旁及对面运行设备间隔的遮栏（围栏）上和禁止通行的过道遮栏（围栏）上悬挂“止步，高压危险！”的标示牌。

7.5.4 高压开关柜内手车开关拉出后，隔离带电部位的挡板封闭后禁止开启，并设置“止步，高压危险！”的标示牌。

7.5.5 在室外高压设备上工作，应在工作地点四周装设围栏，其出入口要围至临近道路旁边，并设有“从此进出！”的标示牌。工作地点四周围栏上悬挂适当数量的“止步，高压危险！”标示牌，标示牌应朝向围栏里面。若室外配电装置的大部分设备停电，只有个别地点保留有带电设备而其他设备无触及带电导体的可能时，可以在带电设备四周装设全封闭围栏，围栏上悬挂适当数量的“止步，高压危险！”标示牌，标示牌应朝向围栏外面。禁止越过围栏。

7.5.6 在工作地点设置“在此工作！”的标示牌。

7.5.7 在室外构架上工作，则应在工作地点邻近带电部分的横梁上，悬挂“止步，高压危险！”的标示牌。在作业人员上下铁架或梯子上，应悬挂“从此上下！”的标示牌。在邻近其他可能误登的带电构架上，应悬挂“禁止攀登，高压危险！”的标示牌。

7.5.8 禁止作业人员擅自移动或拆除遮栏（围栏）、标示牌。因工作原因必须短时移动或拆除遮栏（围栏）、标示牌，应征得工作许可人同意，并在工作负责人

的监护下进行。完毕后应立即恢复。

7.5.9 直流换流站单极停电工作，应在双极公共区域设备与停电区域之间设置围栏，在围栏面向停电设备及运行阀厅门口悬挂“止步，高压危险！”标示牌。在检修阀厅和直流场设备处设置“在此工作”的标示牌。

8 线路作业时变电站和发电厂的安全措施

8.1 线路的停、送电均应按照值班调控人员或线路工作许可人的指令执行。禁止约时停、送电。停电时，应先将该线路可能来电的所有断路器（开关）、线路隔离开关（刀闸）、母线隔离开关（刀闸）全部拉开，手车开关应拉至试验或检修位置，验明确无电压后，在线路上所有可能来电的各端装设接地线或合上接地刀闸（装置）。在线路断路器（开关）和隔离开关（刀闸）操作把手上或机构箱门锁把手上均应悬挂“禁止合闸，线路有人工作！”的标示牌，在显示屏上断路器（开关）或隔离开关（刀闸）的操作处应设置“禁止合闸，线路有人工作！”的标记。

8.2 值班调控人员或线路工作许可人应将线路停电检修的工作班组数目、工作负责人姓名、工作地点和工作任务做好记录。工作结束时，应得到工作负责人（包括用户）的工作结束报告，确认所有工作班组均已竣工，接地线已拆除，作业人员已全部撤离线路，与记录核对无误并做好记录后，方可下令拆除变电站或发电厂内的安全措施，向线路送电。

8.3 当用户管辖的线路要求停电时，应得到用户停送电联系人的书面申请，经批准后方可停电，并做好安全措施。恢复送电，应接到原申请人的工作结束报告，做好录音并记录后方可进行。用户停送电联系人的名单应在调控中心和有关部门备案。

9 带电作业

9.1 一般规定

9.1.1 本规程适用于在海拔 1000m 及以下，交流 10~1000kV、直流 $\pm 500 \sim \pm 800$ kV（750kV 为海拔 2000m 及以下值）的高压架空电力线路、变电站（发电厂）电气设备上，采用等电位、中间电位和地电位方式进行的带电作业。

在海拔 1000m 以上（750kV 为海拔 2000m 以上）带电作业时，应根据作业区不同海拔高度，修正各类空气与固体绝缘的安全距离和长度、绝缘子片数等，

并编制带电作业现场安全规程，经本单位批准后执行。

9.1.2 带电作业应在良好天气下进行。如遇雷电（听见雷声、看见闪电）、雪、雹、雨、雾等，不准进行带电作业。风力大于 5 级，或湿度大于 80%时，一般不宜进行带电作业。

在特殊情况下，必须在恶劣天气进行带电抢修时，应组织有关人员充分讨论并编制必要的安全措施，经本单位分管生产的领导（总工程师）批准后方可进行。

9.1.3 对于比较复杂、难度较大的带电作业新项目和研制的新工具，应进行科学试验，确认安全可靠，编制操作工艺方案和安全措施，并经本单位批准后，方可进行和使用。

9.1.4 参加带电作业的人员，应经专门培训，并经考试合格取得资格，单位书面批准后，方能参加相应的作业。带电作业工作票签发人和工作负责人、专责监护人应由具有带电作业资格、带电作业实践经验的人员担任。

9.1.5 带电作业应设专责监护人。监护人不准直接操作。监护的范围不准超过一个作业点。复杂或高杆塔作业必要时应增设（塔上）监护人。

9.1.6 带电作业工作票签发人或工作负责人认为有必要时，应组织有经验的人员到现场勘察，根据勘察结果作出能否进行带电作业的判断，并确定作业方法和所需工具以及应采取的措施。

9.1.7 带电作业有下列情况之一者，应停用重合闸或直流线路再启动功能，并不准强送电，禁止约时停用或恢复重合闸或直流线路再启动功能：

- a) 中性点有效接地的系统中有可能引起单相接地的作业。
- b) 中性点非有效接地的系统中有可能引起相间短路的作业。
- c) 直流线路中有可能引起单极接地或极间短路的作业。

d) 工作票签发人或工作负责人认为需要停用重合闸或直流线路再启动功能的作业。

9.1.8 带电作业工作负责人在带电作业工作开始前，应与值班调控人员联系。需要停用重合闸或直流线路再启动功能的作业和带电断、接引线应由值班调控人员履行许可手续。带电作业结束后应及时向值班调控人员汇报。

9.1.9 在带电作业过程中如设备突然停电，作业人员应视设备仍然带电。工作负责人应尽快与调度联系，值班调控人员未与工作负责人取得联系前不得强送电。

9.2 一般安全技术措施

9.2.1 进行地电位带电作业时，人身与带电体间的安全距离不得小于表 4 的规定。35kV 及以下的带电设备，不能满足表 4 规定的最小安全距离时，应采取可靠的绝缘隔离措施。

表 4 带电作业时人身与带电体间的安全距离

电压等级 KV	10	35	66	110	220	330	500	750	1000	±400	±500	±660	±800
距离 m	0.4	0.6	0.7	1.0	1.8 (1.6) ^a	2.6	3.4 (3.2) ^b	5.2 (5.6) ^c	6.8 (6.0) ^d	3.8 ^e	3.4	4.5 ^f	6.8

注：表中数据是根据线路带电作业安全要求提出的

a 220KV 带电作业安全距离因受设备闲置达不到 1.8m 时，经单位批准，并采取必要的措施后，可采用括号内 1.6m 的数值

b 海拔 500m 以下，500KV 取值 3.2m，但不适用于 500KV 紧凑型线路，海拔在 500m~1000m 时，500KV 取值为 3.4m。

c 直线塔边相或中相值。5.2m 为海拔 1000m 以下值，5.6m 为海拔 2000m 以下的距离

d 此为单回路输电线路数据，括号中数据 6.0m 为边相值，6.8m 为中间相值。表中数值不包括人体占位间隙，作业中需考虑人体占位间隙不得小于 0.5m。

e ±400KV 数据是按海拔 3000m 校正的，海拔为 3500m、4000m、4500m、5000m、5300m 时最小安全距离依次为 3.90m、4.10m、4.30m、4.40m、4.50m。

f ±600KV 数据是按海拔 500m~100m 校正的，海拔 1000~1500m、1500~2000m 时最小安全距离依次为 4.7m、5.0m。

9.2.2 绝缘操作杆、绝缘承力工具和绝缘绳索的有效绝缘长度不得小于表 5 的规定。

表 5 绝缘工具最小有效绝缘长度

电压等级 KV	有效绝缘长度 m	
	绝缘操作杆	绝缘承力工具、绝缘绳索
10	0.7	0.4
35	0.9	0.6
66	1.0	0.7

110	1.3	1.0
220	2.1	1.8
330	3.1	2.8
500	4.0	3.7
750	5.3	5.3
绝缘工器具最小有效绝缘长度 m		
1000	6.8	
±400	3.75	
±500	3.7 ^a	
±660	5.3	
±800	6.8	
a ±400KV 数据是按海拔 3000m 校正的，海拔为 3500m、4000m、4500m、5000m、5300m 时最小安全距离依次为 3.90m、4.10m、4.25m、4.40m、4.50m。		

9.2.3 带电作业不得使用非绝缘绳索（如棉纱绳、白棕绳、钢丝绳）。

9.2.4 带电更换绝缘子或在绝缘子串上作业, 应保证作业中良好绝缘子片数不得少于表 6 的规定。

表 6 带电作业中良好绝缘子最少片数

电压等级 KV	35	66	110	220	330	500	750	1000	±500	±660	±800
距离 m	2	3	5	9	16	23	25 ^a	37 ^b	22 ^c	25 ^d	32 ^e
表中数值不包括人体占位间隙, 作业中需考虑人体占位间隙不得小于 0.5m。											
a 海拔 2000m 以下时, 750KV 良好绝缘子最少片数, 应根据单片绝缘子高度按照良好绝缘子总长度不小于 4.9m 确定, 由此确定 xwp300 绝缘子 (单片高度为 195mm), 良好绝缘子最少片数为 25 片。											
b 海拔 1000m 以下时, 1000KV 良好绝缘子最少片数, 应根据单片绝缘子高度按照良好绝缘子总长度不小于 7.2m 确定, 由此确定 (单片高度为 195mm) 良好绝缘子最少片数为 37 片。											
c 单片高度为 1700mm。											
d 海拔 500~1000m 以下时, ±600KV 良好绝缘子最少片数, 应根据单片绝缘子高度按照良											

好绝缘子总长度不小于 4.7m 确定，由此确定（单片绝缘子高度为 195mm）良好绝缘子最少片数为 25 片。

e 海拔 1000m 以下时，±800kV 良好绝缘子最少片数，应根据单片绝缘子高度按照良好绝缘子总长度不小于 6.2m 确定，由此确定（单片绝缘子高度为 195mm）良好绝缘子最少片数为 32 片。

9.2.5 更换绝缘子串和移动导线的作业，当采用单吊（拉）线装置时，应采取防止导线脱落时的后备保护措施。

9.2.6 在绝缘子串未脱离导线前，拆、装靠近横担的第一片绝缘子时，应采用专用短接线或穿屏蔽服方可直接进行操作。

9.2.7 在市区或人口稠密的地区进行带电作业时，工作现场应设置围栏，派专人监护，禁止非作业人员入内。

9.2.8 非特殊需要，不应在跨越处下方或邻近有电力线路或其他弱电线路的档内进行带电架、拆线的工作。如需进行，则应制订可靠的安全技术措施，经本单位批准后，方可进行。

9.3 等电位作业

9.3.1 等电位作业一般在 66、±125kV 及以上电压等级的电力线路和电气设备上进行。若需在 35kV 电压等级进行等电位作业时，应采取可靠的绝缘隔离措施。20kV 及以下电压等级的电力线路和电气设备上不得进行等电位作业。

9.3.2 等电位作业人员应在衣服外面穿合格的全套屏蔽服（包括帽、衣裤、手套、袜和鞋，750、1000kV 等电位作业人员还应戴面罩），且各部分应连接良好。屏蔽服内还应穿着阻燃内衣。

禁止通过屏蔽服断、接接地电流、空载线路和耦合电容器的电容电流。

9.3.3 等电位作业人员对接地体的距离应不小于表 4 的规定，对相邻导线的距离应不小于表 7 的规定。

表 7 等电位作业人员对邻相导线的最小距离

电压等级 KV	66	110	220	330	500	750
距离 m	0.9	1.4	2.5	3.5	5.0	6.9(7.2) ^a
a 6.9m 为边相值，7.2m 为中相值。表中数值不包括人体占位间隙，作业中需考虑人体占位间隙不得小于 0.5m。						

9.3.4 等电位作业人员在绝缘梯上作业或者沿绝缘梯进入强电场时，其与接地体和带电体两部分间隙所组成的组合间隙不得小于表 8 的规定。

表 8 等电位作业中的最小组合间隙

电压等级 KV	66	110	220	330	500	750	1000	±400	±500	±660	±800
距离 m	0.8	1.2	2.1	3.1	3.9	4.9 ^a	6.9 6.7 ^b	3.9 ^c	3.8	4.3 ^d	6.6
<p>a 4.9m 为直线塔中相值，表中数值不包括人体占位间隙，作业中需考虑人体占位间隙不得小于 0.5m。</p> <p>b 6.9m 为中相值，6.7m 为边相值。表中数值不包括人体占位间隙，作业中需考虑人体占位间隙不得小于 0.5m。</p> <p>c ±400KV 数据是按海拔 3000m 校正的，海拔为 3500m、4000m、4500m、5000m、5300m 时最小安全距离依次为 4.15m、4.35m、4.55m、4.80m、4.90m。</p> <p>d 海拔 500m 以下，±660KV 取 4.3m 值，海拔 500m~1000m、1000m~1500m、1500m~2000m 时最小组合间隙依次为 4.6m、4.8m、5.1m。</p>											

9.3.5 等电位作业人员沿绝缘子串进入强电场的作业，一般在 220kV 及以上电压等级的绝缘子串上进行。其组合间隙不得小于表 8 的规定。若不满足表 8 的规定，应加装保护间隙。扣除人体短接的和零值的绝缘子片数后，良好绝缘子片数不得小于表 6 的规定。

9.3.6 等电位作业人员在电位转移前，应得到工作负责人的许可。转移电位时，人体裸露部分与带电体的距离不应小于表 9 的规定。750、1000kV 应使用电位转移棒进行电位转移。

表 9 等电位作业转移电位时人体裸露部分与带电体的最小距离

电压等级 KV	35、66	110、220	330、550	±400、±500	750、1000
距离 m	0.9	1.4	2.5	3.5	5.0
注：750KV、1000KV 等电位作业时同时执行 9.3.2					

9.3.7 等电位作业人员与地电位作业人员传递工具和材料时，应使用绝缘工具或绝缘绳索进行，其有效长度不得小于表 5 的规定。

9.3.8 沿导、地线上悬挂的软、硬梯或飞车进入强电场的作业应遵守下列规定：

9.3.8.1 在连续档距的导、地线上挂梯（或飞车）时，其导、地线的截面不得小

于：钢芯铝绞线和铝合金绞线 120mm^2 ；钢绞线 50mm^2 （等同 OPGW 光缆和配套的 LGJ—70/40 导线）。

9.3.8.2 有下列情况之一者，应经验算合格，并经本单位批准后才能进行：

- a) 在孤立档的导、地线上的作业。
- b) 在有断股的导、地线和锈蚀的地线上的作业。
- c) 在 9.3.8.1 条以外的其他型号导、地线上的作业。
- d) 两人以上在同档同一根导、地线上的作业。

9.3.8.3 在导、地线上悬挂的梯子、飞车进行等电位作业前，应检查本档两端杆塔处导、地线的紧固情况。挂梯载荷后，应保持地线及人体对下方带电导线的安全间距比表 4 中的数值增大 0.5m ；带电导线及人体对被跨越的电力线路、通信线路和其他建筑物的安全距离应比表 4 中的数值增大 1m 。

9.3.8.4 在瓷横担线路上禁止挂梯作业，在转动横担的线路上挂梯前应将横担固定。

9.3.9 等电位作业人员在作业中禁止用酒精、汽油等易燃品擦拭带电体及绝缘部分，防止起火。

9.4 带电断、接引线

9.4.1 带电断、接空载线路，应遵守下列规定：

a) 带电断、接空载线路时，应确认线路的另一端断路器（开关）和隔离开关（刀闸）确已断开，接入线路侧的变压器、电压互感器确已退出运行后，方可进行。禁止带负荷断、接引线。

b) 带电断、接空载线路时，作业人员应戴护目镜，并应采取消弧措施。消弧工具的断流能力应与被断、接的空载线路电压等级及电容电流相适应。如使用消弧绳，则其断、接的空载线路的长度不应大于表 10 规定，且作业人员与断开点应保持 4m 以上的距离。

表 10 使用消弧绳断、接空载线路的最大长度

电压等级 KV	10	35	66	110	220
长度	50	30	20	10	3
注：线路长度包括分支在内，但不包括电缆线路					

c) 在查明线路确无接地、绝缘良好、线路上无人工作且相位确定无误后，

方可进行带电断、接引线。

d) 带电接引线时未接通相的导线及带电断引线时已断开相的导线将因感应而带电。为防止电击，应采取措施后人员才能触及。

e) 禁止同时接触未接通的或已断开的导线两个断头，以防人体串入电路。

9.4.2 禁止用断、接空载线路的方法使两电源解列或并列。

9.4.3 带电断、接耦合电容器时，应将其接地刀闸合上、停用高频保护和信号回路。被断开的电容器应立即对地放电。

9.4.4 带电断、接空载线路、耦合电容器、避雷器、阻波器等设备引线时，应采取防止引流线摆动的措施。

9.5 带电短接设备

9.5.1 用分流线短接断路器（开关）、隔离开关（刀闸）、跌落式熔断器等载流设备，应遵守下列规定：

a) 短接前一定要核对相位。

b) 组装分流线的导线处应清除氧化层，且线夹接触应牢固可靠。

c) 35kV 及以下设备使用的绝缘分流线的绝缘水平应符合表 16 的规定。

d) 断路器（开关）应处于合闸位置，并取下跳闸回路熔断器，锁死跳闸机构后，方可短接。

e) 分流线应支撑好，以防摆动造成接地或短路。

9.5.2 阻波器被短接前，严防等电位作业人员人体短接阻波器。

9.5.3 短接开关设备或阻波器的分流线截面和两端线夹的载流容量，应满足最大负荷电流的要求。

9.6 带电水冲洗

9.6.1 带电水冲洗一般应在良好天气时进行。风力大于 4 级，气温低于 -3°C ，或雨、雪、雾、雷电及沙尘暴天气时不宜进行。冲洗时，操作人员应戴绝缘手套、穿绝缘靴。

9.6.2 带电水冲洗作业前应掌握绝缘子的脏污情况，当盐密值大于表 11 最大临界盐密值的规定，一般不宜进行水冲洗，否则，应增大水电阻率来补救。避雷器及密封不良的设备不宜进行带电水冲洗。

表 11 带电水冲洗临街盐密值（仅适用于 220kV 及以下）

爬电比距 ^a mm/KV	发电厂及变电站支柱绝缘子或密闭陶瓷管							
	14.8~16（普通型）				20~31（防污型）			
临界盐密值 mg/cm ²	0.02	0.04	0.08	0.12	0.08	0.12	0.16	0.2
水电阻率 Ω•Cm	1500	3000	10000	50000 及以上	1500	3000	10000	50000 及以上
爬电比距 ^a mm/KV	线路悬式绝缘子							
	14.8~16（普通型）				20~31（防污型）			
临界盐密值 mg/cm ²	0.05	0.07	0.12	0.15	0.12	0.15	0.2	0.22
水电阻率 Ω•Cm	1500	3000	10000	50000 及以上	1500	3000	10000	50000 及以上
注:330KV 及以上等级的临界盐密值尚不成熟, 暂不列入								
a 爬电比距指电力设备外绝缘的爬电距离与设备最好工作电压之比。								

9.6.3 带电水冲洗用水的电阻率一般不低于 $1500\Omega \cdot \text{cm}$ ，冲洗 220kV 变电设备水电阻率不低于 $3000\Omega \cdot \text{cm}$ ，并应符合表 11 的要求。每次冲洗前，都应用合格的水阻表测量水电阻率，应从水枪出口处取水样进行测量。如用水车等容器盛水，每车水都应测量水电阻率。

9.6.4 以水柱为主绝缘的大、中型水冲（喷嘴直径为 4~8mm 者称中水冲，直径为 9mm 及以上者称大水冲），其水枪喷嘴与带电体之间的水柱长度不得小于表 12 的规定。大、中型水枪喷嘴均应可靠接地。

表 12 喷嘴与带电体之间的水柱长度 m

喷嘴直径 mm		4~8	9~12	13~18
电压等级 KV	66 及以下	2	4	6
	110	3	5	7
	220	4	6	8

9.6.5 带电冲洗前应注意调整好水泵压强，使水柱射程远且水流密集。当水压不足时，不得将水枪对准被冲洗的带电设备。冲洗用水泵应良好接地。

9.6.6 带电水冲洗应注意选择合适的冲洗方法。直径较大的绝缘子宜采用双枪跟

踪法或其他方法，并应防止被冲洗设备表面出现污水线。当被冲绝缘子未冲洗干净时，禁止中断冲洗，以免造成闪络。

9.6.7 带电水冲洗前要确知设备绝缘是否良好。有零值及低值的绝缘子及瓷质有裂纹时，一般不可冲洗。

9.6.8 冲洗悬垂、耐张绝缘子串、瓷横担时，应从导线侧向横担侧依次冲洗。冲洗支柱绝缘子及绝缘瓷套时，应从下向上冲洗。

9.6.9 冲洗绝缘子时，应注意风向，应先冲下风侧，后冲上风侧；对于上、下层布置的绝缘子应先冲下层，后冲上层。还要注意冲洗角度，严防临近绝缘子在喷射的水雾中发生闪络。

9.7 带电清扫机械作业

9.7.1 进行带电清扫工作时，绝缘操作杆的有效长度不准小于表 5 的规定。

9.7.2 在使用带电清扫机械进行清扫前，应确认：清扫机械工况（电机及控制部分、软轴及传动部分等）完好，绝缘部件无变形、脏污和损伤，毛刷转向正确，清扫机械已可靠接地。

9.7.3 带电清扫作业人员应站在上风侧位置作业，应戴口罩、护目镜。

9.7.4 作业时，作业人员的双手应始终握持绝缘杆保护环以下部位，并保持带电清扫有关绝缘部件的清洁和干燥。

9.8 感应电压防护

9.8.1 在 330kV、±400kV 及以上电压等级的线路杆塔上及变电站构架上作业，应采取防静电感应措施，例如穿静电感应防护服、导电鞋等（220kV 线路杆塔上作业时宜穿导电鞋）。

9.8.2 绝缘架空地线应视为带电体。作业人员与绝缘架空地线之间的距离不应小于 0.4m（1000kV 为 0.6m）。如需在绝缘架空地线上作业时，应用接地线或个人保安线将其可靠接地或采用等电位方式进行。

9.8.3 用绝缘绳索传递大件金属物品（包括工具、材料等）时，杆塔或地面上作业人员应将金属物品接地后再接触，以防电击。

9.9 高架绝缘斗臂车作业

9.9.1 高架绝缘斗臂车应经检验合格。斗臂车操作人员应熟悉带电作业的有关规定，并经专门培训，考试合格、持证上岗。

9.9.2 高架绝缘斗臂车的工作位置应选择适当，支撑应稳固可靠，并有防倾覆措施。使用前应在预定位置空斗试操作一次，确认液压传动、回转、升降、伸缩系统工作正常、操作灵活，制动装置可靠。

9.9.3 绝缘斗中的作业人员应正确使用安全带和绝缘工具。

9.9.4 高架绝缘斗臂车操作人员应服从工作负责人的指挥，作业时应注意周围环境及操作速度。在工作过程中，高架绝缘斗臂车的发动机不准熄火。接近和离开带电部位时，应由斗臂中人员操作，但下部操作人员不准离开操作台。

9.9.5 绝缘臂的有效绝缘长度应大于表 13 的规定，且应在下端装设泄漏电流监视装置。

表 13 绝缘臂的最小有效绝缘长度

电压等级 KV	10	35	66	110	220	330
长度 m	1.0	1.5	1.5	2.0	3.0	3.8

9.9.6 绝缘臂下节的金属部分，在仰起回转过程中，对带电体的距离应按表 4 的规定值增加 0.5m。工作中车体应良好接地。

9.10 保护间隙

9.10.1 保护间隙的接地线应用多股软铜线。其截面应满足接地短路容量的要求，但不得小于 25mm²。

9.10.2 保护间隙的距离应按表 14 的规定进行整定。

表 14 保护间隙整定值

电压等级 KV	220	330	500	750	1000
间隙距离 m	0.7~0.8	1.0~1.1	1.3	2.3	3.6

注：330KV 及以下保护间隙提供的数据是圆弧形，500KV 及以上保护间隙提供的数据是球形

9.10.3 使用保护间隙时，应遵守下列规定：

- 悬挂保护间隙前，应与调控人员联系停用重合闸或直流线路再启动功能。
- 悬挂保护间隙应先将其与接地网可靠接地，再将保护间隙挂在导线上，并使其接触良好。拆除的程序与其相反。
- 保护间隙应挂在相邻杆塔的导线上，悬挂后，应派专人看守，在有人、畜通过的地区，还应增设围栏。
- 装、拆保护间隙的人员应穿全套屏蔽服。

9.11 带电检测绝缘子

9.11.1 使用火花间隙检测器检测绝缘子时，应遵守下列规定：

- a) 检测前，应对检测器进行检测，保证操作灵活，测量准确。
- b) 针式及少于 3 片的悬式绝缘子不准使用火花间隙检测器进行检测。
- c) 检测 35kV 及以上电压等级的绝缘子串时，当发现同一串中的零值绝缘子片数达到表 15 的规定时，应立即停止检测。
- d) 应在干燥天气进行。

表 15 一串中允许零值绝缘子片数

电压等级 KV	35	66	110	220	330	500	750	1000	±500	±660	±800
绝缘子串片数	3	5	7	13	19	28	29	54	37	50	58
零值绝缘子片数	1	2	3	5	4	6	5	18	16	26	27

注：如绝缘子串的片数超过表中规定时，零值绝缘子允许片数可相应增加。

9.12 配电带电作业

9.12.1 进行直接接触 20kV 及以下电压等级带电设备的作业时，应穿着合格的绝缘防护用具（绝缘服或绝缘披肩、绝缘手套、绝缘鞋）；使用的安全带、安全帽应有良好的绝缘性能，必要时戴护目镜。使用前应对绝缘防护用具进行外观检查。作业过程中禁止摘下绝缘防护用具。

9.12.2 作业时，作业区域带电导线、绝缘子等应采取相间、相对地的绝缘隔离措施。绝缘隔离措施的范围应比作业人员活动范围增加 0.4m 以上。实施绝缘隔离措施时，应按先近后远、先下后上的顺序进行，拆除时顺序相反。装、拆绝缘隔离措施时应逐相进行。禁止同时拆除带电导线和地电位的绝缘隔离措施；禁止同时接触两个非连通的带电导体或带电导体与接地导体。

9.12.3 作业人员进行换相工作转移前，应得到工作监护人的同意。

9.13 带电作业工具的保管、使用和试验

9.13.1 带电作业工具的保管

9.13.1.1 带电作业工具应存放于通风良好、清洁干燥的专用工具房内。工具房门窗应密闭严实，地面、墙面及顶面应采用不起尘、阻燃材料制作。室内的相对湿度应保持在 50%~70%。室内温度应略高于室外，且不宜低于 0℃。

9.13.1.2 带电作业工具房进行室内通风时，应在干燥的天气进行，并且室外的相对湿度不得高于 75%。通风结束后，应立即检查室内的相对湿度，并加以调控。

9.13.1.3 带电作业工具房应配备：湿度计、温度计，抽湿机（数量以满足要求为准），辐射均匀的加热器，足够的工具摆放架、吊架和灭火器等。

9.13.1.4 带电作业工具应统一编号、专人保管、登记造册，并建立试验、检修、使用记录。

9.13.1.5 有缺陷的带电作业工具应及时修复，不合格的应及时报废，禁止继续使用。

9.13.1.6 高架绝缘斗臂车应存放在干燥通风的车库内，其绝缘部分应有防潮措施。

9.13.2 带电作业工具的使用

9.13.2.1 正确使用带电作业工具应绝缘良好、连接牢固、转动灵活，并按厂家使用说明书、现场操作规程。

9.13.2.2 带电作业工具使用前应根据工作负荷校核机械强度，并满足规定的安全系数。

9.13.2.3 带电作业工具在运输过程中，带电绝缘工具应装在专用工具袋、工具箱或专用工具车内，以防受潮和损伤。发现绝缘工具受潮或表面损伤、脏污时，应及时处理并经试验或检测合格后方可使用。

9.13.2.4 进入作业现场应将使用的带电作业工具放置在防潮的帆布或绝缘垫上，防止绝缘工具在使用中脏污和受潮。

9.13.2.5 带电作业工具使用前，仔细检查确认没有损坏、受潮、变形、失灵，否则禁止使用。并使用 2500V 及以上绝缘电阻表或绝缘检测仪进行分段绝缘检测（电极宽 2cm，极间宽 2cm），阻值应不低于 $700M\Omega$ 。操作绝缘工具时应戴清洁、干燥的手套。

9.13.3 带电作业工具的试验

9.13.3.1 带电作业工具应定期进行电气试验及机械试验，其试验周期为：

电气试验：预防性试验每年一次，检查性试验每年一次，两次试验间隔半年。

机械试验：绝缘工具每年一次，金属工具两年一次。

9.13.3.2 绝缘工具电气预防性试验项目及标准见表 16。

表 16 绝缘工具的试验项目及标准

额定电压 KV	试验长度 m	1min 工频耐压 KV		3min 工频耐压 KV		15 次操作冲击耐压 KV	
		出厂及 型式试验	预防性 试验	出厂及 型式试验	预防性 试验	出厂及 型式试验	预防性 试验
10	0.4	100	45	—	—	—	—
35	0.6	150	95	—	—	—	—
66	0.7	175	175	—	—	—	—
110	1.0	250	220	—	—	—	—
220	1.8	450	440	—	—	—	—
330	2.8	—	—	420	380	900	800
500	3.7	—	—	640	580	1175	1050
750	4.7	—	—	—	780	—	1300
1000	6.3	—	—	1270	1150	1865	1695
±500	3.2	—	—	—	565	—	970
±660	4.8	—	—	820	745	1480	1345
±800	6.6	—	—	985	895	1685	1530
注：±500、±660、±800KV 预防性试验采用 3min 直流耐压							

9.13.3.3 绝缘工具的检查性试验条件是：将绝缘工具分成若干段进行工频耐压试验，每 300mm 耐压 75kV，时间为 1min，以无击穿、闪络及过热为合格。

9.13.3.4 带电作业高架绝缘斗臂车电气试验标准见附录 K。

9.13.3.5 组合绝缘的水冲洗工具应在工作状态下进行电气试验。除按表 16 的项目和标准试验外（指 220kV 及以下电压等级），还应增加工频泄漏试验，试验电压见表 17。泄漏电流以不超过 1mA 为合格，试验时间 5min。试验时的水电阻率为 $1500\Omega \cdot \text{cm}$ （适用于 220kV 及以下的电压等级）。

表 17 组合绝缘的水冲洗工具工频泄漏试验电压值 KV

额定电压	10	35	66	110	220
试验电压	15	46	80	110	220

9.13.3.6 整套屏蔽服装各最远端点之间的电阻值均不得大于 20Ω 。

9.13.3.7 带电作业工具的机械预防性试验标准：

静荷重试验：1.2 倍额定工作负荷下持续 1min，工具无变形及损伤者为合格。

动荷重试验：1.0 倍额定工作负荷下操作 3 次，工具灵活、轻便、无卡住现象为合格。

10 发电机、同期调相机和高压电动机的检修、维护工作

10.1 检修发电机、同期调相机和高压电动机应填用变电站（发电厂）第一种工作票。

10.2 发电厂主要机组（锅炉、汽机、燃机、发电机、水轮机、水泵水轮机）停用检修，只需第一天办理开工手续，以后每天开工时，应由工作负责人检查现场，核对安全措施。检修期间工作票始终由工作负责人保存在工作地点。

在同一机组的几个电动机上依次工作时，可填用一张工作票。

10.3 检修发电机、同期调相机应做好下列安全措施：

a) 断开发电机、励磁机（励磁变压器）、同期调相机的断路器（开关）和隔离开关（刀闸）。

b) 待发电机和同期调相机完全停止后，在其操作把手、按钮和机组的启动装置、励磁装置、同期并车装置、盘车装置的操作把手上悬挂“禁止合闸，有人工作！”的标示牌。

c) 若本机尚可从其他电源获得励磁电流，则此项电源应断开，并悬挂“禁止合闸，有人工作！”的标示牌。

d) 断开断路器（开关）、隔离开关（刀闸）的操作能源。如调相机有启动用的电动机，还应断开此电动机的断路器（开关）和隔离开关（刀闸），并悬挂“禁止合闸，有人工作！”的标示牌。

e) 将电压互感器从高、低压两侧断开。

f) 在发电机和断路器（开关）间或发电机定子三相出口处（引出线）验明无电压后，装设接地线。

g) 检修机组中性点与其他发电机的中性点连在一起的，则在工作前应将检修发电机的中性点分开。

h) 检修机组装有二氧化碳或蒸汽灭火装置的，则在风道内工作前，应采取

防止灭火装置误动的必要措施。

i) 检修机组装有可以堵塞机内空气流通的自动闸板风门的, 应采取措施保证使风门不能关闭, 以防窒息。

j) 氢冷机组应关闭至氢气系统的相关阀门、加堵板等隔离措施。

10.4 转动着的发电机、同期调相机, 即使未加励磁, 亦应认为有电压。

禁止在转动着的发电机、同期调相机的回路上工作, 或用手触摸高压绕组。必须不停机进行紧急修理时, 应先将励磁回路切断, 投入自动灭磁装置, 然后将定子引出线与中性点短路接地, 在拆装短路接地线时, 应戴绝缘手套, 穿绝缘靴或站在绝缘垫上, 并戴防护眼镜。

10.5 测量轴电压和在转动着的发电机上用电压表测量转子绝缘的工作, 应使用专用电刷, 电刷上应装有 300mm 以上的绝缘柄。

10.6 在转动着的电机上调整、清扫电刷及滑环时, 应由有经验的电工担任, 并遵守下列规定:

a) 作业人员应特别小心, 不使衣服及擦拭材料被机器挂住, 扣紧袖口, 发辫应放在帽内。

b) 工作时站在绝缘垫上(该绝缘垫为常设固定型绝缘垫), 不得同时接触两极或一极与接地部分, 也不能两人同时进行工作。

10.7 检修高压电动机及其附属装置(如启动装置、变频装置, 下同)时, 应做好下列安全措施:

a) 断开电源断路器(开关)、隔离开关(刀闸), 经验明确无电压后装设接地线或在隔离开关(刀闸)间装绝缘隔板; 手车开关应拉至试验或检修位置。

b) 在断路器(开关)、隔离开关(刀闸)操作把手上悬挂“禁止合闸, 有人工作!”的标示牌。

c) 拆开后的电缆头应三相短路接地。

d) 做好防止被其带动的机械(如水泵、空气压缩机、引风机等)引起电动机转动的措施, 并在阀门(风门)上悬挂“禁止合闸, 有人工作!”的标示牌。

10.8 禁止在转动着的高压电动机及其附属装置回路上进行工作。必须在转动着的电动机转子电阻回路上进行工作时, 应先提起碳刷或将电阻完全切除。工作时要戴绝缘手套或使用有绝缘把手的工具, 穿绝缘靴或站在绝缘垫上。

10.9 电动机的引出线和电缆头以及外露的转动部分均应装设牢固的遮栏或护罩。

10.10 电动机及附属装置的外壳均应接地。禁止在转动中的电动机的接地线上进行工作。

10.11 工作尚未全部终结，而需送电试验电动机或附属装置时，应收回全部工作票并通知有关机械部分检修人员后，方可送电。

11 在六氟化硫（SF₆）电气设备上的工作

11.1 装有 SF₆ 设备的配电装置室和 SF₆ 气体实验室，应装设强力通风装置，风口应设置在室内底部，排风口不应朝向居民住宅或行人。

11.2 在室内，设备充装 SF₆ 气体时，周围环境相对湿度应不大于 80%，同时应开启通风系统，并避免 SF₆ 气体泄漏到工作区。工作区空气中 SF₆ 气体含量不得超过 1000 μL /L（即 1000ppm）。

11.3 主控制室与 SF₆ 配电装置室间要采取气密性隔离措施。SF₆ 配电装置室与其下方电缆层、电缆隧道相通的孔洞都应封堵。SF₆ 配电装置室及下方电缆层隧道的门上，应设置“注意通风”的标志。

11.4 SF₆ 配电装置室、电缆层（隧道）的排风机电源开关应设置在门外。

11.5 在 SF₆ 配电装置室低位区应安装能报警的氧量仪和 SF₆ 气体泄漏报警仪，在工作人员入口处应装设显示器。上述仪器应定期检验，保证完好。

11.6 工作人员进入 SF₆ 配电装置室，入口处若无 SF₆ 气体含量显示器，应先通风 15min，并用检漏仪测量 SF₆ 气体含量合格。尽量避免一人进入 SF₆ 配电装置室进行巡视，不准一人进入从事检修工作。

11.7 工作人员不准在 SF₆ 设备防爆膜附近停留。若在巡视中发现异常情况，应立即报告，查明原因，采取有效措施进行处理。

11.8 进入 SF₆ 配电装置低位区或电缆沟进行工作应先检测含氧量（不低于 18%）和 SF₆ 气体含量是否合格。

11.9 在打开的 SF₆ 电气设备上工作的人员，应经专门的安全技术知识培训，配置和使用必要的安全防护用具。

11.10 设备解体检修前，应对 SF₆ 气体进行检验。根据有毒气体的含量，采取安全防护措施。检修人员需穿着防护服并根据需要佩戴防毒面具或正压式空气呼

吸器。打开设备封盖后，现场所有人员应暂离现场 30min。取出吸附剂和清除粉尘时，检修人员应戴防毒面具或正压式空气呼吸器和防护手套。

11.11 设备内的 SF₆ 气体不准向大气排放，应采取净化装置回收，经处理检测合格后方准再使用。回收时作业人员应站在上风侧。

设备抽真空后，用高纯度氮气冲洗 3 次[压力为 $9.8 \times 10^4 \text{Pa}$ (1 个大气压)]。将清出的吸附剂、金属粉末等废物放入 20%氢氧化钠水溶液中浸泡 12h 后深埋。

11.12 从 SF₆ 气体钢瓶引出气体时，应使用减压阀降压。当瓶内压力降至 $9.8 \times 10^4 \text{Pa}$ (1 个大气压) 时，即停止引出气体，并关紧气瓶阀门，盖上瓶帽。

11.13 SF₆ 配电装置发生大量泄漏等紧急情况时，人员应迅速撤出现场，开启所有排风机进行排风。未佩戴防毒面具或正压式空气呼吸器人员禁止入内。只有经过充分的自然排风或强制排风，并用检漏仪测量 SF₆ 气体合格，用仪器检测含氧量（不低于 18%）合格后，人员才准进入。发生设备防爆膜破裂时，应停电处理，并用汽油或丙酮擦拭干净。

11.14 进行气体采样和处理一般渗漏时，要戴防毒面具或正压式空气呼吸器并进行通风。

11.15 SF₆ 断路器（开关）进行操作时，禁止检修人员在其外壳上进行工作。

11.16 检修结束后，检修人员应洗澡，把用过的工器具、防护用具清洗干净。

11.17 SF₆ 气瓶应放置在阴凉干燥、通风良好、敞开的专门场所，直立保存，并应远离热源和油污的地方，防潮、防阳光暴晒，并不得有水分或油污粘在阀门上。搬运时，应轻装轻卸。

12 在低压配电装置和低压导线上的工作

12.1 低压配电盘、配电箱和电源干线上的工作，应填用变电站（发电厂）第二种工作票。

在低压电动机和在不可能触及高压设备、二次系统的照明回路上工作可不填用工作票，但应做好相应记录，该工作至少由两人进行。

12.2 低压回路停电的安全措施。

a) 将检修设备的各方面电源断开取下熔断器，在开关或刀闸操作把手上挂“禁止合闸，有人工作！”的标示牌。

b) 工作前应验电。

c) 根据需要采取其他安全措施。

12.3 停电更换熔断器后，恢复操作时，应戴手套和护目眼镜。

12.4 低压不停电工作。

12.4.1 低压不停电工作时，应采取遮蔽有电部分等防止相间或接地短路的有效措施；若无法采取遮蔽措施时，则将影响作业的有电设备停电。

12.4.2 使用有绝缘柄的工具，其外裸的导电部位应采取绝缘措施，防止操作时相间或相对地短路。工作时，应穿绝缘鞋和全棉长袖工作服，并戴手套、安全帽和护目镜，站在干燥的绝缘物上进行。禁止使用锉刀、金属尺和带有金属物的毛刷、毛掸等工具。

12.4.3 作业前，应先分清相、零线，选好工作位置。断开导线时，应先断开相线，后断开零线。搭接导线时，顺序应相反。人体不得同时接触两根线头。

13 二次系统上的工作

13.1 下列情况应填用变电站（发电厂）第一种工作票：

a) 在高压室遮栏内或与导电部分小于表 1 规定的安全距离进行继电保护、安全自动装置和仪表等及其二次回路的检查试验时，需将高压设备停电者。

b) 在高压设备继电保护、安全自动装置和仪表、自动化监控系统等及其二次回路上工作需将高压设备停电或做安全措施者。

c) 通信系统同继电保护、安全自动装置等复用通道（包括载波、微波、光纤通道等）的检修、联动试验需将高压设备停电或做安全措施者。

d) 在经继电保护出口跳闸的发电机组热工保护、水车保护及其相关回路上工作需将高压设备停电或做安全措施者。

13.2 下列情况应填用变电站（发电厂）第二种工作票：

a) 继电保护装置、安全自动装置、自动化监控系统在运行中改变装置原有定值时不影响一次设备正常运行的工作。

b) 对于连接电流互感器或电压互感器二次绕组并装在屏柜上的继电保护、安全自动装置上的工作，可以不停用所保护的高压设备或不需做安全措施者。

c) 在继电保护、安全自动装置、自动化监控系统等及其二次回路，以及在通信复用通道设备上检修及试验工作，可以不停用高压设备或不需做安全措施者。

d) 在经继电保护出口的发电机组热工保护、水车保护及其相关回路上工作，可以不停用高压设备的或不需做安全措施者。

13.3 检修中遇有下列情况应填用二次工作安全措施票（见附录 H）：

a) 在运行设备的二次回路上进行拆、接线工作。

b) 在对检修设备执行隔离措施时，需拆断、短接和恢复同运行设备有联系的二次回路工作。

13.4 二次工作安全措施票执行。

13.4.1 二次工作安全措施票的工作内容及安全措施内容由工作负责人填写，由技术人员或班长审核并签发。

13.4.2 监护人由技术水平较高及有经验的人担任，执行人、恢复人由工作班成员担任，按二次工作安全措施票的顺序进行。上述工作至少由两人进行。

13.5 作业人员在现场工作过程中，凡遇到异常情况（如直流系统接地等）或断路器（开关）跳闸、阀闭锁时，不论与本身工作是否有关，应立即停止工作，保持现状，待查明原因，确定与本职工作无关时方可继续工作；若异常情况或断路器（开关）跳闸，阀闭锁是本身工作所引起，应保留现场并立即通知运维人员，以便及时处理。

13.6 工作前应做好准备，了解工作地点、工作范围、一次设备及二次设备运行情况、安全措施、试验方案、上次试验记录、图纸、整定值通知单、软件修改申请单、核对控制保护设备、测控设备主机或板卡型号、版本号及跳线设置等是否齐备并符合实际，检查仪器、仪表等试验设备是否完好，核对微机保护及安全自动装置的软件版本号等是否符合实际。

13.7 现场工作开始前，应检查已做的安全措施是否符合要求，运行设备和检修设备之间的隔离措施是否正确完成，工作时还应仔细核对检修设备名称，严防走错位置。

13.8 在全部或部分带电的运行屏（柜）上进行工作时，应将检修设备与运行设备前后以明显的标志隔开。

13.9 在继电保护装置、安全自动装置及自动化监控系统屏（柜）上或附近进行打眼等振动较大的工作时，应采取防止运行中设备误动作的措施，必要时向调控中心申请，经值班调控人员或运维负责人同意，将保护暂时停用。

13.10 在继电保护、安全自动装置及自动化监控系统屏间的通道上搬运或安放试验设备时，不能阻塞通道，要与运行设备保持一定距离，防止事故处理时通道不畅，防止误碰运行设备，造成相关运行设备继电保护误动作。清扫运行设备和二次回路时，要防止振动、防止误碰，要使用绝缘工具。

13.11 继电保护、安全自动装置及自动化监控系统做传动试验或一次通电或进行直流输电系统功能试验时，应通知运维人员和有关人员，并由工作负责人或由他指派专人到现场监视，方可进行。

13.12 所有电流互感器和电压互感器的二次绕组应有一点且仅有一点永久性的、可靠的保护接地。

13.13 在带电的电流互感器二次回路上工作时，应采取下列安全措施：

- a) 禁止将电流互感器二次侧开路（光电流互感器除外）。
- b) 短路电流互感器二次绕组，应使用短路片或短路线，禁止用导线缠绕。
- c) 在电流互感器与短路端子之间导线上进行任何工作，应有严格的安全措施，并填用“二次工作安全措施票”。必要时申请停用有关保护装置、安全自动装置或自动化监控系统。
- d) 工作中禁止将回路的永久接地点断开。
- e) 工作时，应有专人监护，使用绝缘工具，并站在绝缘垫上。

13.14 在带电的电压互感器二次回路上工作时，应采取下列安全措施：

- a) 严格防止短路或接地。应使用绝缘工具，戴手套。必要时，工作前申请停用有关保护装置、安全自动装置或自动化监控系统。
- b) 接临时负载，应装有专用的刀闸和熔断器。
- c) 工作时应有专人监护，禁止将回路的安全接地点断开。

13.15 二次回路通电或耐压试验前，应通知运维人员和有关人员，并派人到现场看守，检查二次回路及一次设备上确无人工作后，方可加压。

电压互感器的二次回路通电试验时，为防止由二次侧向一次侧反充电，除应将二次回路断开外，还应取下电压互感器高压熔断器或断开电压互感器一次刀闸。

直流输电系统单极运行时，禁止对停运极中性区域互感器进行注流或加压试验。

运行极的一组直流滤波器停运检修时，禁止对该组直流滤波器内与直流极保

护相关的电流互感器进行注流试验。

13.16 在光纤回路工作时，应采取相应防护措施防止激光对人眼造成伤害。

13.17 检验继电保护、安全自动装置、自动化监控系统及仪表的作业人员，不准对运行中的设备、信号系统、保护压板进行操作，但在取得运维人员许可并在检修工作盘两侧开关把手上采取防误操作措施后，可拉合检修断路器（开关）。

13.18 试验用闸刀应有熔丝并带罩，被检修设备及试验仪器禁止从运行设备上直接取试验电源，熔丝配合要适当，要防止越级熔断总电源熔丝。试验接线要经第二人复查后，方可通电。

13.19 继电保护装置、安全自动装置和自动化监控系统的二次回路变动时，应按经审批后的图纸进行，无用的接线应隔离清楚，防止误拆或产生寄生回路。

13.20 试验工作结束后，按“二次工作安全措施票”逐项恢复同运行设备有关的接线，拆除临时接线，检查装置内无异物，屏面信号及各种装置状态正常，各相关压板及切换开关位置恢复至工作许可时的状态。二次工作安全措施票应随工作票归档保存 1 年。

14 电气试验

14.1 高压试验

14.1.1 高压试验应填用变电站（发电厂）第一种工作票。在高压试验室（包括户外高压试验场）进行试验时，按 GB 26861 的规定执行。

在同一电气连接部分，许可高压试验工作票前，应先将已许可的检修工作票收回，禁止再许可第二张工作票。如果试验过程中，需要检修配合，应将检修人员填写在高压试验工作票中。

在一个电气连接部分同时有检修和试验时，可填用一张工作票，但在试验前应得到检修工作负责人的许可。

如加压部分与检修部分之间的断开点，按试验电压有足够的安全距离，并在另一侧有接地短路线时，可在断开点的一侧进行试验，另一侧可继续工作。但此时在断开点应挂有“止步，高压危险！”的标示牌，并设专人监护。

14.1.2 高压试验工作不得少于两人。试验负责人应由有经验的人员担任，开始试验前，试验负责人应向全体试验人员详细布置试验中的安全注意事项，交待邻近间隔的带电部位，以及其他安全注意事项。

14.1.3 因试验需要断开设备接头时，拆前应做好标记，接后应进行检查。

14.1.4 试验装置的金属外壳应可靠接地；高压引线应尽量缩短，并采用专用的高压试验线，必要时用绝缘物支持牢固。

试验装置的电源开关，应使用明显断开的双极刀闸。为了防止误合刀闸，可在刀刃上加绝缘罩。

试验装置的低压回路中应有两个串联电源开关，并加装过载自动跳闸装置。

14.1.5 试验现场应装设遮栏或围栏，遮栏或围栏与试验设备高压部分应有足够的安全距离，向外悬挂“止步，高压危险！”的标示牌，并派人看守。被试设备两端不在同一地点时，另一端还应派人看守。

14.1.6 加压前应认真检查试验接线，使用规范的短路线，表计倍率、量程、调压器零位及仪表的开始状态均正确无误，经确认后，通知所有人员离开被试设备，并取得试验负责人许可，方可加压。加压过程中应有人监护并呼唱。

高压试验作业人员在全部加压过程中，应精力集中，随时警戒异常现象发生，操作人应站在绝缘垫上。

14.1.7 变更接线或试验结束时，应首先断开试验电源、放电，并将升压设备的高压部分放电、短路接地。

14.1.8 未装接地线的大电容被试设备，应先行放电再做试验。高压直流试验时，每告一段落或试验结束时，应将设备对地放电数次并短路接地。

14.1.9 试验结束时，试验人员应拆除自装的接地短路线，并对被试设备进行检查，恢复试验前的状态，经试验负责人复查后，进行现场清理。

14.1.10 变电站、发电厂升压站发现有系统接地故障时，禁止进行接地网接地电阻的测量。

14.1.11 特殊的重要电气试验，应有详细的安全措施，并经单位批准。

直流换流站单极运行，对停运的单极设备进行试验，若影响运行设备安全，应有措施，并经单位批准。

14.2 使用携带型仪器的测量工作

14.2.1 使用携带型仪器在高压回路上进行工作，至少由两人进行。需要高压设备停电或做安全措施的，应填用变电站（发电厂）第一种工作票。

14.2.2 除使用特殊仪器外，所有使用携带型仪器的测量工作，均应在电流互感

器和电压互感器的二次侧进行。

14.2.3 电流表、电流互感器及其他测量仪表的接线和拆卸，需要断开高压回路者，应将此回路所连接的设备和仪器全部停电后，始能进行。

14.2.4 电压表、携带型电压互感器和其他高压测量仪器的接线和拆卸无需断开高压回路者，可以带电工作。但应使用耐高压的绝缘导线，导线长度应尽可能缩短，不准有接头，并应连接牢固，以防接地和短路。必要时用绝缘物加以固定。

使用电压互感器进行工作时，应先将低压侧所有接线接好，然后用绝缘工具将电压互感器接到高压侧。工作时应戴手套和护目眼镜，站在绝缘垫上，并应有专人监护。

14.2.5 连接电流回路的导线截面，应适合所测电流数值。连接电压回路的导线截面不得小于 1.5mm^2 。

14.2.6 非金属外壳的仪器，应与地绝缘，金属外壳的仪器和变压器外壳应接地。

14.2.7 测量用装置必要时应设遮栏或围栏，并悬挂“止步，高压危险！”的标示牌。仪器的布置应使作业人员距带电部位不小于表 1 规定的安全距离。

14.3 使用钳型电流表的测量工作

14.3.1 运维人员在高压回路上使用钳型电流表的测量工作，应由两人进行。非运维人员测量时，应填用变电站（发电厂）第二种工作票。

14.3.2 在高压回路上测量时，禁止用导线从钳型电流表另接表计测量。

14.3.3 测量时若需拆除遮栏，应在拆除遮栏后立即进行。工作结束，应立即将遮栏恢复原状。

14.3.4 使用钳型电流表时，应注意钳型电流表的电压等级。测量时戴绝缘手套，站在绝缘垫上，不得触及其他设备，以防短路或接地。

观测表计时，要特别注意保持头部与带电部分的安全距离。

14.3.5 测量低压熔断器和水平排列低压母线电流时，测量前应将各相熔断器和母线用绝缘材料加以包护隔离，以免引起相间短路，同时应注意不得触及其他带电部分。

14.3.6 在测量高压电缆各相电流时，电缆头线间距离应在 300mm 以上，且绝缘良好，测量方便者，方可进行。

当有一相接地时，禁止测量。

14.3.7 钳型电流表应保存在干燥的室内，使用前要擦拭干净。

14.4 使用绝缘电阻表测量绝缘的工作

14.4.1 使用绝缘电阻表测量高压设备绝缘，应由两人进行。

14.4.2 测量用的导线，应使用相应的绝缘导线，其端部应有绝缘套。

14.4.3 测量绝缘时，应将被测设备从各方面断开，验明无电压，确实证明设备无人工作后，方可进行。在测量中禁止他人接近被测设备。

在测量绝缘前后，应将被测设备对地放电。测量线路绝缘时，应取得许可并通知对侧后方可进行。

14.4.4 在有感应电压的线路上测量绝缘时，应将相关线路同时停电，方可进行。

雷电时，禁止测量线路绝缘。

14.4.5 在带电设备附近测量绝缘电阻时，测量人员和绝缘电阻表安放位置，应选择适当，保持安全距离，以免绝缘电阻表引线或引线支持物触碰带电部分。移动引线时，应注意监护，防止作业人员触电。

14.5 直流换流站阀厅内的试验

14.5.1 进行晶闸管（可控硅）高压试验前，应停止该阀塔内其他工作并撤离无关人员；试验时，作业人员应与试验带电体位保持 0.7m 以上距离，试验人员禁止直接接触阀塔屏蔽罩，防止被可能产生的试验感应电伤害。

14.5.2 地面加压人员与阀体层作业人员应通过对讲机保持联系，防止高处作业人员未撤离阀体时误加压。阀体工作层应设专责监护人（在与阀体工作层平行的升降车上监护、指挥），加压过程中应有人监护并呼唱。

14.5.3 换流变压器高压试验前应通知阀厅内高压穿墙套管侧试验无关人员撤离，并派专人监护。

14.5.4 阀厅内高压穿墙套管试验加压前应通知阀厅外侧换流变压器上试验无关人员撤离，确认其余绕组均已可靠接地，并派专人监护。

14.5.5 高压直流系统带线路空载加压试验前，应确认对侧换流站相应的直流线路接地刀闸（地刀）、极母线出线隔离开关（刀闸）、金属回线隔离开关（刀闸）在拉开状态；单极金属回线运行时，禁止对停运极进行空载加压试验；背靠背高压直流系统一侧进行空载加压试验前，应检查另一侧换流变压器处于冷备用状态。

15 电力电缆工作

15.1 电力电缆工作的基本要求

15.1.1 工作前应详细核对电缆标志牌的名称与工作票所写的相符，安全措施正确可靠后，方可开始工作。

15.1.2 填用电力电缆第一种工作票的工作应经调控人员的许可，填用电力电缆第二种工作票的工作可不经调控人员的许可。若进入变、配电站、发电厂工作，都应经运维人员许可。

15.1.3 电力电缆设备的标志牌要与电网系统图、电缆走向图和电缆资料的名称一致。

15.1.4 变、配电站的钥匙与电力电缆附属设施的钥匙应专人严格保管，使用时要登记。

15.2 电力电缆作业时的安全措施

15.2.1 电缆施工的安全措施

15.2.1.1 电缆直埋敷设施工前应先查清图纸，再开挖足够数量的样洞和样沟，摸清地下管线分布情况，以确定电缆敷设位置及确保不损坏运行电缆和其他地下管线。

15.2.1.2 为防止损伤运行电缆或其他地下管线设施，在城市道路红线范围内不宜使用大型机械来开挖沟槽，硬路面面层破碎可使用小型机械设备，但应加强监护，不得深入土层。若要使用大型机械设备时，应履行相应的报批手续。

15.2.1.3 掘路施工应具备相应的交通组织方案，做好防止交通事故的安全措施。施工区域应用标准路栏等严格分隔，并有明显标记，夜间施工人员应佩戴反光标志，施工地点应加挂警示灯。

15.2.1.4 沟槽开挖深度达到1.5m及以上时，应采取措施防止土层塌方。

15.2.1.5 沟槽开挖时，应将路面铺设材料和泥土分别堆置，堆置处和沟槽之间应保留通道供施工人员正常行走。在堆置物堆起的斜坡上不得放置工具材料等器物。

15.2.1.6 挖到电缆保护板后，应由有经验的人员在场指导，方可继续进行。

15.2.1.7 挖掘出的电缆或接头盒，如下面需要挖空时，应采取悬吊保护措施。电缆悬吊应每1~1.5m吊一道；接头盒悬吊应平放，不准使接头盒受到拉力；若电缆接头无保护盒，则应在该接头下垫上加宽加长木板，方可悬吊。电缆悬吊

时，不得用铁丝或钢丝等。

15.2.1.8 移动电缆接头一般应停电进行。如必须带电移动，应先调查该电缆的历史记录，由有经验的施工人员，在专人统一指挥下，平正移动。

15.2.1.9 开断电缆以前，应与电缆走向图图纸核对相符，并使用专用仪器（如感应法）确切证实电缆无电后，用接地的带绝缘柄的铁钎钉入电缆芯后，方可工作。扶绝缘柄的人应戴绝缘手套并站在绝缘垫上，并采取防灼伤措施（如防护面具等）。

15.2.1.10 开启电缆井井盖、电缆沟盖板及电缆隧道人孔盖时应使用专用工具，同时注意所立位置，以免滑脱后伤人。开启后应设置标准路栏围起，并有人看守。作业人员撤离电缆井或隧道后，应立即将井盖盖好。

15.2.1.11 电缆隧道应有充足的照明，并有防火、防水、通风的措施。电缆井内工作时，禁止只打开一只井盖（单眼井除外）。进入电缆井、电缆隧道前，应先用吹风机排除浊气，再用气体检测仪检查井内或隧道内的易燃易爆及有毒气体的含量是否超标，并做好记录。电缆沟的盖板开启后，应自然通风一段时间，经测试合格后方可下井沟工作。电缆井、隧道内工作时，通风设备应保持常开。在通风条件不良的电缆隧（沟）道内进行长距离巡视时，作业人员应携带便携式有害气体测试仪及自救呼吸器。

15.2.1.12 充油电缆施工应做好电缆油的收集工作，对散落在地面上的电缆油要立即覆上黄沙或砂土，及时清除。

15.2.1.13 在 10kV 跌落式熔断器与 10kV 电缆头之间，宜加装过渡连接装置，使工作时能与跌落式熔断器上桩头有电部分保持安全距离。在 10kV 跌落式熔断器上桩头有电的情况下，未采取安全措施前，不准在跌落式熔断器下桩头新装、调换电缆尾线或吊装、搭接电缆终端头。如必须进行上述工作，则应采用专用绝缘罩隔离，在下桩头加装接地线。作业人员站在低位，伸手不得超过跌落式熔断器下桩头，并设专人监护。

上述加绝缘罩的工作应使用绝缘工具。雨天禁止进行以上工作。

15.2.1.14 使用携带型火炉或喷灯时，火焰与带电部分的距离：电压在 10kV 及以下者，不得小于 1.5m；电压在 10kV 以上者，不得小于 3m。不准在带电导线、带电设备、变压器、油断路器（开关）附近以及在电缆夹层、隧道、沟洞内对

火炉或喷灯加油及点火。在电缆沟盖板上或旁边进行动火工作时需采取必要的防火措施。

15.2.1.15 制作环氧树脂电缆头和调配环氧树脂工作过程中,应采取有效的防毒和防火措施。

15.2.1.16 电缆施工完成后应将穿越过的孔洞进行封堵。

15.2.1.17 非开挖施工的安全措施:

a) 采用非开挖技术施工前,应首先探明地下各种管线及设施的相对位置。

b) 非开挖的通道,应离开地下各种管线及设施足够的安全距离。

15.2.2 电力电缆线路试验安全措施

15.2.2.1 电力电缆试验要拆除接地线时,应征得工作许可人的许可(根据调控人员指令装设的接地线,应征得调控人员的许可),方可进行。工作完毕后立即恢复。

15.2.2.2 电缆耐压试验前,加压端应做好安全措施,防止人员误入试验场所。另一端应设置围栏并挂上警告标示牌。如另一端是上杆的或是锯断电缆处,应派人看守。

15.2.2.3 电缆耐压试验前,应先对设备充分放电。

15.2.2.4 电缆的试验过程中,更换试验引线时,应先对设备充分放电,作业人员应戴好绝缘手套。

15.2.2.5 电缆耐压试验分相进行时,另两相电缆应接地。

15.2.2.6 电缆试验结束,应对被试电缆进行充分放电,并在被试电缆上加装临时接地线,待电缆尾线接通后才可拆除。

15.2.2.7 电缆故障声测定点时,禁止直接用手触摸电缆外皮或冒烟小洞。

16 一般安全措施

16.1 一般注意事项

16.1.1 在楼板和结构上打孔或在规定地点以外安装起重滑车或堆放重物等,应事先经过本单位有关技术部门的审核许可。规定放置重物及安装滑车的地点应标以明显的标记(标出界限和荷重限度)。

16.1.2 变电站(生产厂房)内外工作场所的井、坑、孔、洞或沟道,应覆以与地面齐平而坚固的盖板。在检修工作中如需将盖板取下,应设临时围栏。临时打

的孔、洞，施工结束后，应恢复原状。

16.1.3 所有升降口、大小孔洞、楼梯和平台，应装设不低于 1050mm 高的栏杆和不低于 100mm 高的护板。如在检修期间需将栏杆拆除时，应装设临时遮栏，并在检修结束时将栏杆立即装回。临时遮栏应由上、下两道横杆及栏杆柱组成。上杆离地高度为 1050~1200mm，下杆离地高度为 500~600mm，并在栏杆下边设置严密固定的高度不低于 180mm 的挡脚板。原有高度 1000mm 的栏杆可不作改动。

16.1.4 变电站（生产厂房）内外的电缆，在进入控制室、电缆夹层、控制柜、开关柜等处的电缆孔洞，应用防火材料严密封闭。

16.1.5 特种设备〔锅炉、压力容器（含气瓶）、压力管道、电梯、起重机械、场（厂）内专用机动车辆〕，在使用前应经特种设备检验检测机构检验合格，取得合格证并制订安全使用规定和定期检验维护制度。同时，在投入使用前或者投入使用后 30 日内，使用单位应当向直辖市或者设有区的市的特种设备安全监督管理部门登记。

16.1.6 各生产场所应有逃生路线的标示。

16.1.7 直流输电系统正常运行时，人员进入阀厅巡视走道宜佩戴耳罩。

16.1.8 在带电设备周围禁止使用钢卷尺、皮卷尺和线尺（夹有金属丝者）进行测量工作。

16.1.10 在户外变电站和高压室内搬动梯子、管子等长物，应两人放倒搬运，并与带电部分保持足够的安全距离。

16.1.11 在变、配电站（开关站）的带电区域内或临近带电线路处，禁止使用金属梯子。

16.2 设备的维护

16.2.1 机器的转动部分应装有防护罩或其他防护设备（如栅栏），露出的轴端应设有护盖，以防绞卷衣服。禁止在机器转动时，从联轴器（靠背轮）和齿轮上取下防护罩或其他防护设备。

16.2.2 变电站（生产厂房）外墙、竖井等处固定的爬梯，应牢固可靠，并设护笼，高百米以上的爬梯，中间应设有休息的平台，并应定期进行检查和维护。上爬梯应逐档检查爬梯是否牢固，上下爬梯应抓牢，并不准两手同时抓一个梯阶。

垂直爬梯宜设置人员上下作业的防坠安全自锁装置或速差自控器,并制定相应的使用管理规定。

16.3 一般电气安全注意事项

16.3.1 所有电气设备的金属外壳均应有良好的接地装置。使用中不准将接地装置拆除或对其进行任何工作。

16.3.2 手持电动工器具如有绝缘损坏、电源线护套破裂、保护线脱落、插头插座裂开或有损于安全的机械损伤等故障时,应立即进行修理,在未修复前,不得继续使用。

16.3.3 遇有电气设备着火时,应立即将有关设备的电源切断,然后进行救火。消防器材的配备、使用、维护,消防通道的配置等应遵守 DL 5027 的规定。

16.3.4 工作场所的照明,应该保证足够的亮度。在操作盘、重要表计、主要楼梯、通道、调控中心、机房、控制室等地点,还应设有事故照明。现场的临时照明线路应相对固定,并经常检查、维修。照明灯具的悬挂高度应不低于 2.5m,并不得任意挪动;低于 2.5m 时应设保护罩。

16.3.5 检修动力电源箱的支路开关都应加装剩余电流动作保护器(漏电保护器)并应定期检查和试验。

16.4 工具的使用

16.4.1 一般工具

16.4.1.1 使用工具前应进行检查,机具应按其出厂说明书和铭牌的规定使用,不准使用已变形、已破损或有故障的机具。

16.4.1.2 大锤和手锤的锤头应完整,其表面应光滑微凸,不准有歪斜、缺口、凹入及裂纹等情形。大锤及手锤的柄应用整根的硬木制成,不准用大木料劈开制作,也不能用其他材料替代,应装得十分牢固,并将头部用楔栓固定。锤把上不可有油污。不准戴手套或用单手抡大锤,周围不准有人靠近。狭窄区域,使用大锤应注意周围环境,避免反击力伤人。

16.4.1.3 用凿子凿坚硬或脆性物体时(如生铁、生铜、水泥等),应戴防护眼镜,必要时装设安全遮栏,以防碎片打伤旁人。凿子被锤击部分有伤痕不平整、沾有油污等,不准使用。

16.4.1.4 锉刀、手锯、木钻、螺丝刀等的手柄应安装牢固,没有手柄的不准使

用。

16.4.1.5 使用钻床时，应将工件设置牢固后，方可开始工作。清除钻孔内金属碎屑时，应先停止钻头的转动。禁止用手直接清除铁屑。使用钻床时不准戴手套。

16.4.1.6 使用锯床时，工件应夹牢，长的工件两头应垫牢，并防止工件锯断时伤人。

16.4.1.7 使用射钉枪、压接枪等爆发性工具时，除严格遵守说明书的规定外，还应遵守爆破的有关规定。

16.4.1.8 砂轮应进行定期检查。砂轮应无裂纹及其他不良情况。砂轮应装有用钢板制成的防护罩，其强度应保证当砂轮碎裂时挡住碎块。防护罩至少要把砂轮的上半部罩住。禁止使用没有防护罩的砂轮（特殊工作需要的手提式小型砂轮除外）。砂轮机的安全罩应完整。

应经常调节防护罩的可调护板，使可调护板和砂轮间的距离不大于 1.6mm。

应随时调节工件托架以补偿砂轮的磨损，使工件托架和砂轮间的距离不大于 2mm。

使用砂轮研磨时，应戴防护眼镜或装设防护玻璃。用砂轮磨工具时应使火星向下。不准用砂轮的侧面研磨。

无齿锯应符合上述各项规定。使用时操作人员应站在锯片的侧面，锯片应缓慢地靠近被锯物件，不准用力过猛。

16.4.2 电气工具和用具

16.4.2.1 电气工具和用具应由专人保管，每 6 个月应由电气试验单位进行定期检查；使用前应检查电线是否完好，有无接地线；不合格的禁止使用；使用时应按有关规定接好剩余电流动作保护器（漏电保护器）和接地线；使用中发生故障，应立即修复。

16.4.2.2 使用金属外壳的电气工具时应戴绝缘手套。

16.4.2.3 使用电气工具时，不准提着电气工具的导线或转动部分。在梯子上使用电气工具，应做好防止感电坠落的安全措施。在使用电气工具工作中，因故离开工作场所或暂时停止工作以及遇到临时停电时，应立即切断电源。

16.4.2.4 使用手持行灯应注意下列事项：

a) 手持行灯电压不准超过 36V。在特别潮湿或周围均属金属导体的地方工

作时，如在金属容器或水箱等内部，行灯的电压不准超过 12V。

b) 行灯电源应由携带式或固定式的隔离变压器供给，变压器不准放在金属容器或水箱等内部。

c) 携带式行灯变压器的高压侧，应带插头，低压侧带插座，并采用两种不能互相插入的插头。

d) 行灯变压器的外壳应有良好的接地线，高压侧宜使用单相两极带接地插头。

16.4.2.5 电动的工具、机具应接地或接零良好。

16.4.2.6 电气工具和用具的电线不准接触热体，不要放在湿地上，并避免载重车辆和重物压在电线上。

16.4.2.7 移动式电动机械和手持电动工具的单相电源线应使用三芯软橡胶电缆；三相电源线在三相四线制系统中应使用四芯软橡胶电缆，在三相五线制系统中宜使用五芯软橡胶电缆。连接电动机械及电动工具的电气回路应单独设开关或插座，并装设剩余电流动作保护器（漏电保护器），金属外壳应接地；电动工具应做到“一机一闸一保护”。

16.4.2.8 长期停用或新领用的电动工具应用 500V 的绝缘电阻表测量其绝缘电阻，如带电部件与外壳之间的绝缘电阻值达不到 $2M\Omega$ ，应进行维修处理。对正常使用的电动工具也应对绝缘电阻进行定期测量、检查。

16.4.2.9 电动工具的电气部分经维修后，应进行绝缘电阻测量及绝缘耐压试验，试验电压参见 GB3787—2006《手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程》中的相关规定。试验时间为 1min。

16.4.2.10 在潮湿或含有酸类的场地上以及在金属容器内应使用 24V 及以下电动工具，否则应使用带绝缘外壳的工具，并装设额定动作电流不大于 10mA，一般型（无延时）的剩余电流动作保护器（漏电保护器），且应设专人不间断地监护。剩余电流动作保护器（漏电保护器）、电源连接器和控制箱等应放在容器外面。电动工具的开关应设在监护人伸手可及的地方。

16.4.3 空气压缩机

16.4.3.1 空气压缩机应保持润滑良好，压力表准确，自动启、停装置灵敏，安全阀可靠，并应由专人维护；压力表、安全阀、调节器及储气罐等应定期进行校

验和检验。

16.4.3.2 禁止用汽油或煤油洗刷空气滤清器以及其他空气通路的零件。

16.4.3.3 输气管应避免急弯。打开进风阀前，应事先通知作业地点的有关人员。出气口处不得有人工作，储气罐放置地点应通风，且禁止日光曝晒或高温烘烤。

16.4.4 潜水泵

16.4.4.1 潜水泵应重点检查下列项目且应符合要求：

- a) 外壳不准有裂缝、破损。
- b) 电源开关动作应正常、灵活。
- c) 机械防护装置应完好。
- d) 电气保护装置应良好。
- e) 校对电源的相位，通电检查空载运转，防止反转。

16.4.4.2 潜水泵工作时，泵的周围 30m 以内水面不准有人进入。

16.4.5 风动工具

16.4.5.1 不熟悉风动工具使用方法和修理方法的作业人员，不准擅自使用或修理风动工具。

16.4.5.2 风动工具的锤子、钻头等工作部件，应安装牢固，以防在工作时脱落，禁止将带有工作部件的风动工具对准人。工作部件停止转动前不准拆换。

16.4.5.3 风动工具的软管应和工具连接牢固。连接前应把软管吹净。只有在停止送风时才可拆装软管。

16.5 焊接、切割

16.5.1 不准在带有压力（液体压力或气体压力）的设备上或带电的设备上进行焊接。在特殊情况下需在带压和带电的设备上进行焊接时，应采取安全措施，并经本单位批准。对承重构架进行焊接，应经过有关技术部门的许可。

16.5.2 禁止在油漆未干的结构或其他物体上进行焊接。

16.5.3 在重点防火部位和存放易燃易爆场所附近及存有易燃物品的容器上使用电、气焊时，应严格执行动火工作的有关规定，按有关规定填用动火工作票，备有必要的消防器材。

16.5.4 在风力超过 5 级及下雨雪时，不可露天进行焊接或切割工作。如必须进行，应采取防风、防雨雪的措施。

16.5.5 电焊机的外壳应可靠接地，接地电阻不得大于 4Ω 。

16.5.6 气瓶的存储应符合国家有关规定。

16.5.7 气瓶搬运应使用专门的抬架或手推车。

16.5.8 用汽车运输气瓶时，气瓶不准顺车厢纵向放置，应横向放置并可靠固定。气瓶押运人员应坐在司机驾驶室内，不准坐在车厢内。

16.5.9 禁止把氧气瓶及乙炔气瓶放在一起运送，也不准与易燃物品或装有可燃气体的容器一起运送。

16.5.10 氧气瓶内的压力降到 0.2MPa （兆帕），不准再使用。用过的瓶上应写明“空瓶”。

16.5.11 使用中的氧气瓶和乙炔气瓶应垂直放置并固定起来，氧气瓶和乙炔气瓶的距离不得小于 5m ，气瓶的放置地点不准靠近热源，应距明火 10m 以外。

16.6 动火工作

16.6.1 在防火重点部位或场所以及禁止明火区动火作业，应填用动火工作票，其方式有下列两种：

a) 填用一级动火工作票（见附录 N）。

b) 填用二级动火工作票（见附录 O）。

本规程所指动火作业，是指能直接或间接产生明火的作业，包括熔化焊接、切割、喷枪、钻孔、打磨、锤击、破碎、切削等。

16.6.2 在一级动火区动火作业，应填用变电站一级动火工作票。

一级动火区，是指火灾危险性很大，发生火灾时后果很严重的部位或场所。

16.6.3 在二级动火区动火作业，应填用二级动火工作票。

二级动火区，是指一级动火区以外的所有防火重点部位或场所以及禁止明火区。

16.6.4 各单位可参照附录 P 和现场情况划分一级和二级动火区，制定出需要执行一级和二级动火工作票的工作项目一览表，并经本单位批准后执行。

16.6.5 动火工作票不准代替设备停复役手续或检修工作票、工作任务单和事故紧急抢修单，并应在动火工作票上注明检修工作票、工作任务单和事故紧急抢修单的编号。

16.6.6 动火工作票的填写与签发。

16.6.6.1 动火工作票应使用黑色或蓝色的钢（水）笔或圆珠笔填写与签发，内容应正确、填写应清楚，不得任意涂改。如有个别错、漏字需要修改，应使用规范的符号，字迹应清楚。用计算机生成或打印的动火工作票应使用统一的票面格式，由工作票签发人审核无误，手工或电子签名后方可执行。

动火工作票一般至少一式三份，一份由工作负责人收执、一份由动火执行人收执、一份保存在安监部门（或具有消防管理职责的部门）（指变电站一级动火工作票）或动火部门（指变电站二级动火工作票）。

若动火工作与运行有关，即需要运维人员对设备系统采取隔离、冲洗等防火安全措施者，还应多一份交运维人员收执。

16.6.6.2 变电站一级动火工作票由申请动火工区的动火工作票签发人签发，工区安监负责人、消防管理负责人审核，工区分管生产的领导或技术负责人（总工程师）批准，必要时还应报当地公安消防部门批准。

变电站二级动火工作票由申请动火的工区动火工作票签发人签发，工区安监人员、消防人员审核，动火工区分管生产的领导或技术负责人（总工程师）批准。

16.6.6.3 动火工作票经批准后由工作负责人送交运维许可人。

16.6.6.4 动火工作票签发人不准兼任该项工作的工作负责人。动火工作票由动火工作负责人填写。

动火工作票的审批人、消防监护人不准签发动火工作票。

16.6.6.5 动火单位到生产区域内动火时，动火工作票由设备运维管理单位（或工区）签发和审批，也可由动火单位和设备运维管理单位（或工区）实行“双签发”。

16.6.7 动火工作票的有效期。

变电站一级动火工作票应提前办理。

变电站一级动火工作票的有效期为 24h，变电站二级动火工作票的有效期为 120h。动火作业超过有效期限，应重新办理动火工作票。

16.6.8 动火工作票所列人员的基本条件。

变电站一、二级动火工作票签发人应是经本单位（动火单位或设备运维管理单位）考试合格并经本单位批准并书面公布的有关部门负责人、技术负责人或经本单位批准的其他人员。

动火工作负责人应是具备检修工作负责人资格并经考试合格的人员。

动火执行人应具备有关部门颁发的合格证。

16.6.9 动火工作票所列人员的安全责任。

16.6.9.1 动火工作票各级审批人员和签发人：

- a) 工作的必要性。
- b) 工作的安全性。
- c) 工作票上所填安全措施是否正确完备。

16.6.9.2 动火工作负责人：

- a) 正确安全地组织动火工作。
- b) 负责检修应做的安全措施并使其完善。
- c) 向有关人员布置动火工作，交待防火安全措施和进行安全教育。
- d) 始终监督现场动火工作。
- e) 负责办理动火工作票开工和终结。
- f) 动火工作间断、终结时检查现场无残留火种。

16.6.9.3 运维许可人：

- a) 工作票所列安全措施是否正确完备，是否符合现场条件。
- b) 动火设备与运行设备是否确已隔绝。
- c) 向工作负责人现场交待运维所做的安全措施是否安全完善。

16.6.9.4 消防监护人：

- a) 负责动火现场配备必要的、足够的消防设施。
- b) 负责检查现场消防安全措施的完善和正确。
- c) 测定或指定专人测定动火部位（现场）可燃性气体、可燃液体的可燃气体含量符合安全要求。
- d) 始终监视现场动火作业的动态，发现失火及时扑救。
- e) 动火工作间断、终结时检查现场无残留火种。

16.6.9.5 动火执行人：

- a) 动火前应收到经审核批准且允许动火的动火工作票。
- b) 按本工种规定的防火安全要求做好安全措施。
- c) 全面了解动火工作任务和要求，并在规定的范围内执行动火。

d) 动火工作间断、终结时清理并检查现场无残留火种。

16.6.10 动火作业安全防火要求。

16.6.10.1 有条件拆下的构件，如油管、阀门等应拆下来移至安全场所。

16.6.10.2 可以采用不动火的方法代替而同样能够达到效果时，尽量采用替代的方法处理。

16.6.10.3 尽可能地把动火时间和范围压缩到最低限度。

16.6.10.4 凡盛有或盛过易燃易爆等化学危险物品的容器、设备、管道等生产、储存装置，在动火作业前应将其与生产系统彻底隔离，并进行清洗置换，经分析合格后，方可动火作业。

16.6.10.5 动火作业应有专人监护，动火作业前应清除动火现场及周围的易燃物品，或采取其他有效的安全防火措施，配备足够适用的消防器材。

16.6.10.6 动火作业现场的通排风要良好，以保证泄漏的气体能顺畅排走。

16.6.10.7 动火作业间断或终结后，应清理现场，确认无残留火种后，方可离开。

16.6.10.8 下列情况禁止动火：

a) 压力容器或管道未泄压前。

b) 存放易燃易爆物品的容器未清理干净前或未进行有效置换前。

c) 风力达 5 级以上的露天作业。

d) 喷漆现场。

e) 遇有火险异常情况未查明原因和消除前。

16.6.11 动火的现场监护。

16.6.11.1 一级动火在首次动火时，各级审批人和动火工作票签发人均应到现场检查防火安全措施是否正确完备，测定可燃气体、易燃液体的可燃气体含量是否合格，并在监护下作明火试验，确无问题后方可动火。

二级动火时，工区分管生产的领导或技术负责人（总工程师）可不到现场。

16.6.11.2 一级动火时，工区分管生产的领导或技术负责人（总工程师）、消防（专职）人员应始终在现场监护。

16.6.11.3 二级动火时，工区应指定人员，并和消防（专职）人员或指定的义务消防员始终在现场监护。

16.6.11.4 一、二级动火工作在次日动火前应重新检查防火安全措施，并测定可

燃气体、易燃液体的可燃气体含量，合格方可重新动火。

16.6.11.5 一级动火工作的过程中，应每隔 2~4h 测定一次现场可燃气体、易燃液体的可燃气体含量是否合格，当发现不合格或异常升高时应立即停止动火，在未查明原因或排除险情前不准动火。

动火执行人、监护人同时离开作业现场，间断时间超过 30min，继续动火时，动火执行人、监护人应重新确认安全条件。

一级动火作业，间断时间超过 2.0h，继续动火前，应重新测定可燃气体、易燃气体的可燃蒸气含量，合格后方可重新动火。

16.6.12 动火工作完毕后，动火执行人、消防监护人、动火工作负责人和运维许可人应检查现场有无残留火种，是否清洁等。确认无问题后，在动火工作票上填明动火工作结束时间，经四方签名后（若动火工作与运行无关，则三方签名即可），盖上“已终结”印章，动火工作方告终结。

16.6.13 动火工作终结后，工作负责人、动火执行人的动火工作票应交给动火工作票签发人，签发人将其中一份交工区。

16.6.14 动火工作票保存 1 年。

17 起重与运输

17.1 一般注意事项

17.1.1 起重设备需经检验检测机构检验合格，并在特种设备安全监督管理部门登记。

17.1.2 起重设备的操作人员和指挥人员应经专业技术培训，并经实际操作及有关安全规程考试合格、取得合格证后方可独立上岗作业，其合格证种类应与所操作（指挥）的起重机类型相符合。起重设备作业人员在作业中应当严格执行起重设备的操作规程和有关的安全规章制度。

17.1.3 起重设备、吊索具和其他起重工具的工作负荷，不准超过铭牌规定。

17.1.4 一切重大物件的起重、搬运工作应由有经验的专人负责，作业前应向参加工作的全体人员进行技术交底，使全体人员均熟悉起重搬运方案和安全措施。起重搬运时只能由一人统一指挥，必要时可设置中间指挥人员传递信号。起重指挥信号应简明、统一、畅通，分工明确。

17.1.5 凡属下列情况之一者，应制订专门的安全技术措施，经本单位批准，作

业时应有技术负责人在场指导，否则不准施工。

17.1.5.1 重量达到起重设备额定负荷的 90%及以上。

17.1.5.2 两台及以上起重设备抬吊同一物件。

17.1.5.3 起吊重要设备、精密物件、不易吊装的大件或在复杂场所进行大件吊装。

17.1.5.4 爆炸品、危险品必须起吊时。

17.1.5.5 起重设备在带电导体下方或距带电体较近时。

17.1.6 起重物品应绑牢，吊钩要挂在物品的重心线上。

17.1.7 遇有 6 级以上的大风时，禁止露天进行起重工作。当风力达到 5 级以上时，受风面积较大的物体不宜起吊。

17.1.8 遇有大雾、照明不足、指挥人员看不清各工作地点或起重机操作人员未获得有效指挥时，不准进行起重工作。

17.1.9 吊物上不许站人，禁止作业人员利用吊钩来上升或下降。

17.1.10 各种起重设备的安装、使用以及检查、试验等，除应遵守本规程的规定外，并应执行国家、行业有关部门颁发的相关规定、规程和技术标准。

17.1.11 各种起重设备的检查、试验等工作可参考附录 M 的有关资料。

17.2 各式起重机

17.2.1 一般规定

17.2.1.1 没有得到起重司机的同意，任何人不准登上起重机或桥式起重机的轨道。

17.2.1.2 起重机上应备有灭火装置，驾驶室内应铺橡胶绝缘垫，禁止存放易燃物品。

17.2.1.3 在用起重机械应当在每次使用前进行一次常规性检查，并做好记录。起重机械每年至少应做一次全面技术检查。

17.2.1.4 起吊重物前，应由工作负责人检查悬吊情况及所吊物件的捆绑情况，认为可靠后方准试行起吊。起吊重物稍一离地（或支持物），应再检查悬吊及捆绑情况，认为可靠后方准继续起吊。

17.2.1.5 禁止与工作无关人员在起重工作区域内行走或停留。

17.2.1.6 起吊重物不准让其长期悬在空中。有重物悬在空中时，禁止驾驶人员

离开驾驶室或做其他工作。

17.2.1.7 禁止用起重机起吊埋在地下的物件。

17.2.1.8 在变电站内使用起重机械时，应安装接地装置，接地线应用多股软铜线，其截面应满足接地短路容量的要求，但不得小于 16mm²。

17.2.1.9 各式起重机应该根据需要安设过卷扬限制器、过负荷限制器、起重臂俯仰限制器、行程限制器、联锁开关等安全装置；其起升、变幅、运行、旋转机构都应装设制动器，其中起升和变幅机构的制动器应是常闭式的。臂架式起重机应设有力矩限制器和幅度指示器。铁路起重机应安有夹轨钳。

17.2.2 起重机

17.2.2.1 桥式起重机，应装有可靠的微量调节控制系统，以保证大件起吊时的可靠性。由厂房台架登上起重机的部位，宜设登机信号。

17.2.2.2 任何人不得在桥式起重机的轨道上站立或行走。特殊情况需在轨道上进行作业时，应与桥式起重机的操作人员取得联系，桥式起重机应停止运行。

17.2.2.3 起重机在轨道上进行检修时，应切断电源，在作业区两端的轨道上用钢轨夹夹住，并设标示牌。其他起重机不得进入检修区。

17.2.2.4 厂房内的桥式起重机作业完毕后应停放在指定地点。

17.2.2.5 在露天使用的起重机的机身上不得随意安设增加受风面积的设施。其驾驶室内，冬天可装有电气取暖设备，作业人员离开时，应切断电源。不准用煤火炉或电炉取暖。

17.2.3 流动式起重机

17.2.3.1 在带电设备区域内使用汽车吊、斗臂车时，车身应使用不小于 16mm²的软铜线可靠接地。在道路上施工应设围栏，并设置适当的警示标志牌。

17.2.3.2 起重机停放或行驶时，其车轮、支腿或履带的前端或外侧与沟、坑边缘的距离不准小于沟、坑深度的 1.2 倍；否则应采取防倾、防坍塌措施。

17.2.3.3 作业时，起重机应置于平坦、坚实的地面上，机身倾斜度不准超过制造厂的规定。不准在暗沟、地下管线等上面作业；不能避免时，应采取防护措施，不准超过暗沟、地下管线允许的承载力。

17.2.3.4 作业时，起重机臂架、吊具、辅具、钢丝绳及吊物等与架空输电线及其他带电体的最小安全距离不得小于表 18 的规定，且应设专人监护。如小于表

18、大于表 1 时应制定防止误碰带电设备的安全措施，并经本单位批准。小于表 1 的安全距离时，应停电进行。

表 18 与带电体的最小安全距离

电压 KV	<1	1~10	35~66	110	220	330	500
最小安全距离 m	1.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.5

17.2.3.5 长期或频繁地靠近架空线路或其他带电体作业时，应采取隔离防护措施。

17.2.3.6 汽车起重机行驶时，应将臂杆放在支架上，吊钩挂在挂钩上并将钢丝绳收紧。禁止上车操作室坐人。

17.2.3.7 汽车起重机及轮胎式起重机作业前应先支好全部支腿后方可进行其他操作；作业完毕后，应先将臂杆放在支架上，然后方可起腿。汽车式起重机除具有吊物行走性能者外，均不得吊物行走。

17.2.3.8 汽车吊试验应遵守 GB 5905，维护与保养应遵守 ZBJ 80001 的规定。

17.2.3.9 高空作业车(包括绝缘型高空作业车、车载垂直升降机)应按 GB/T 9465 标准进行试验、维护与保养。

17.3 起重工器具

17.3.1 钢丝绳

17.3.1.1 钢丝绳应按出厂技术数据使用。无技术数据时，应进行单丝破断力试验。

17.3.1.2 钢丝绳应按其力学性能选用，并应配备一定的安全系数。钢丝绳的安全系数及配合滑轮 的直径应不小于表 19 的规定。

表 19 钢丝绳的安全系数及配合滑轮直径

钢丝绳的用途			滑轮直径 D	安全系数 K
缆风绳及拖拉绳			$\geq 12d$	3.5
驱动方式	人力		$\geq 16d$	4.5
	机械	轻级	$\geq 16d$	5
		中级	$\geq 18d$	5.5
		重级	$\geq 20d$	6
千斤绳	有绕曲		$\geq 2d$	6~8

	无绕曲		5~7
	地锚绳		5~6
	捆绑绳		10
	载人升降机	$\geq 40d$	14
注：d 为钢丝绳直径。			

17.3.1.3 钢丝绳应定期浸油，遇有下列情况之一者应予报废：

a) 钢丝绳在一个节距中有表 20 内的断丝根数者。

表 20 钢丝绳报废断丝数

安全系数	钢丝绳结构					
	6×19+1		6×37+1		6×61+1	
	一个节距中的断丝数（根）					
	交互捻	同向捻	交互捻	同向捻	交互捻	同向捻
<6	12	6	22	11	36	18
6~7	14	7	26	13	38	19
>7	16	8	30	15	40	20
注：一个节距是指每股钢丝绳缠绕一周的轴向距离						

b) 钢丝绳的钢丝磨损或腐蚀达到原来钢丝直径的 40%及以上，或钢丝绳受过严重退火或局部电弧烧伤者。

c) 绳芯损坏或绳股挤出。

d) 笼状畸形、严重扭结或弯折。

e) 钢丝绳压扁变形及表面起毛刺严重者。

f) 钢丝绳断丝数量不多，但断丝增加很快者。

17.3.1.4 钢丝绳端部用绳卡固定连接时，绳卡压板应在钢丝绳主要受力的一边，不准正反交叉设置；绳卡间距不应小于钢丝绳直径的 6 倍；绳卡数量应符合表 21 的规定。

表 21 钢丝绳端部固定用绳卡数量

钢丝绳直径 mm	7~18	19~27	28~37	38~45
绳卡数量 个	3	4	5	6

17.3.1.5 插接的环绳或绳套，其插接长度应不小于钢丝绳直径的 15 倍，且不得

小于 300mm。新插接的钢丝绳套应作 125%允许负荷的抽样试验。

17.3.1.6 通过滑轮及卷筒的钢丝绳不得有接头。滑轮、卷筒的槽底或细腰部直径与钢丝绳直径之比应遵守下列规定：起重滑车：机械驱动时不应小于 11；人力驱动时不应小于 10。

17.3.2 千斤顶

17.3.2.1 使用前应检查各部分是否完好。油压式千斤顶的安全栓有损坏、螺旋式千斤顶或齿条式千斤顶的螺纹或齿条的磨损量达 20%时，禁止使用。

17.3.2.2 应设置在平整、坚实处，并用垫木垫平。千斤顶应与荷重面垂直，其顶部与重物的接触面间应加防滑垫层。

17.3.2.3 禁止超载使用，不得加长手柄或超过规定人数操作。

17.3.2.4 使用油压式千斤顶时，任何人不得站在安全栓的前面。

17.3.2.5 用两台及两台以上千斤顶同时顶升一个物体时，千斤顶的总起重能力应不小于荷重的两倍。顶升时应由专人统一指挥，确保各千斤顶的顶升速度及受力基本一致。

17.3.2.6 油压式千斤顶的顶升高度不得超过限位标志线；螺旋式及齿条式千斤顶的顶升高度不得超过螺杆或齿条高度的 $3/4$ 。

17.3.2.7 禁止将千斤顶放在长期无人照料的荷重下面。

17.3.2.8 下降速度应缓慢，禁止在带负荷的情况下使其突然下降。

17.3.3 链条葫芦

17.3.3.1 使用前应检查吊钩、链条、传动装置及刹车装置是否良好。吊钩、链条、倒卡等有变形时，以及链条直径磨损量达 10%时，禁止使用。

17.3.3.2 两台及两台以上链条葫芦起吊同一重物时，重物的重量应不大于每台链条葫芦的允许起吊重量。

17.3.3.3 起重链不得打扭，亦不得拆成单股使用。

17.3.3.4 不得超负荷使用，起重能力在 5t 以下的允许 1 人拉链，起重能力在 5t 以上的允许两人拉链，不得随意增加人数猛拉。操作时，人员不准站在链条葫芦的正下方。

17.3.3.5 起的重物如需在空中停留较长时间，应将手拉链拴在起重链上，并在重物上加设保险绳。

17.3.3.6 在使用中如发生卡链情况，应将重物垫好后方可进行检修。

17.3.3.7 悬挂链条葫芦的架梁或建筑物，应经过计算，否则不得悬挂。禁止用链条葫芦长时间悬吊重物。

17.3.4 合成纤维吊装带

17.3.4.1 合成纤维吊装带应按出厂数据使用，无数据时禁止使用。使用中应避免与尖锐棱角接触，如无法避免应装设必要的护套。

17.3.4.2 使用环境温度：-40～100℃。

17.3.4.3 吊装带用于不同承重方式时，应严格按照标签给予定值使用。

17.3.4.4 发现外部护套破损显露出内芯时，应立即停止使用。

17.3.5 纤维绳

17.3.5.1 麻绳、纤维绳用作吊绳时，其许用应力不准大于 0.98kN/cm²。用作绑扎绳时，许用应力应降低 50%。有霉烂、腐蚀、损伤者不准用于起重作业，纤维绳出现松股、散股、严重磨损、断股者禁止使用。

17.3.5.2 纤维绳在潮湿状态下的允许荷重应减少一半，涂沥青的纤维绳应降低 20%使用。一般纤维绳禁止在机械驱动的情况下使用。

17.3.5.3 切断绳索时，应先将预定切断的两边用软钢丝扎结，以免切断后绳索松散，断头应编结处理。

17.3.6 卸扣

17.3.6.1 卸扣应是锻造的。卸扣不准横向受力。

17.3.6.2 卸扣的销子不准扣在活动性较大的索具内。

17.3.6.3 不准使卸扣处于吊件的转角处。

17.3.7 滑车及滑车组

17.3.7.1 滑车及滑车组使用前应进行检查，发现有裂纹、轮沿破损等情况者，不准使用。滑车组使用中，两滑车滑轮中心间的最小距离不准小于表 22 的规定。

表 22 滑车组两滑车滑轮中心最小允许距离

滑车起重量 t	1	5	10~20	32~50
滑车中心最小允许距离 mm	700	900	1000	1200

17.3.7.2 滑车不准拴挂在不牢固的结构物上。线路作业中使用的滑车应有防止脱钩的保险装置，否则应采取封口措施。使用开门滑车时，应将开门勾环扣紧，

防止绳索自动跑出。

17.3.7.3 拴挂固定滑车的桩或锚，应按土质不同情况加以计算，使之埋设牢固可靠。如使用的滑车可能着地，则应在滑车底下垫以木板，防止垃圾窜入滑车。

17.4 人工搬运

17.4.1 搬运的过道应当平坦畅通，如在夜间搬运应有足够的照明。如需经过山地陡坡或凹凸不平之处，应预先制定运输方案，采取必要的安全措施。

17.4.2 用管子滚动搬运应遵守下列规定：

- a) 应由专人负责指挥。
- b) 管子承受重物后两端各露出约 30cm，以便调节转向。手动调节管子时，应注意防止手指压伤。
- c) 上坡时应用木楔垫牢管子，以防管子滚下；同时，无论上坡、下坡，均应对重物采取防止下滑的措施。

18 高处作业

18.1 一般注意事项

18.1.1 凡在坠落高度基准面 2m 及以上的高处进行的作业，都应视作高处作业。

18.1.2 凡参加高处作业的人员，应每年进行一次体检。

18.1.3 高处作业均应先搭设脚手架、使用高空作业车、升降平台或采取其他防止坠落措施，方可进行。

18.1.4 在屋顶以及其他危险的边沿进行工作，临空一面应装设安全网或防护栏杆，否则，作业人员应使用安全带。

18.1.5 在没有脚手架或者在没有栏杆的脚手架上工作，高度超过 1.5m 时，应使用安全带，或采取其他可靠的安全措施。

18.1.6 安全带和专作固定安全带的绳索在使用前应进行外观检查。安全带应按附录 L 定期抽查检验，不合格的不准使用。

18.1.7 在电焊作业或其他有火花、熔融源等的场所使用的安全带或安全绳应有隔热防磨套。

18.1.8 安全带的挂钩或绳子应挂在结实牢固的构件上，或专为挂安全带用的钢丝绳上，并应采用高挂低用的方式。禁止挂在移动或不牢固的物件上 [如隔离开关（刀闸）支持绝缘子、CVT 绝缘子、母线支柱绝缘子、避雷器支柱绝缘子等]。

18.1.9 高处作业人员在作业过程中，应随时检查安全带是否拴牢。高处作业人员在转移作业位置时不得失去安全保护。

18.1.10 高处作业使用的脚手架应经验收合格后方可使用。上下脚手架应走斜道或梯子，作业人员不准沿脚手杆或栏杆等攀爬。

18.1.11 高处作业应一律使用工具袋。较大的工具应用绳拴在牢固的构件上，工件、边角余料应放置在牢靠的地方或用铁丝扣牢并有防止坠落的措施，不准随便乱放，以防止从高空坠落发生事故。

18.1.12 在进行高处作业时，除有关人员外，不准他人在工作地点的下面通行或逗留，工作地点下面应有围栏或装设其他保护装置，防止落物伤人。如在格栅式的平台上工作，为了防止工具和器材掉落，应采取有效隔离措施，如铺设木板等。

18.1.13 禁止将工具及材料上下投掷，应用绳索拴牢传递，以免打伤下方作业人员或击毁脚手架。

18.1.14 高处作业区周围的孔洞、沟道等应设盖板、安全网或围栏并有固定其位置的措施。同时，应设置安全标志，夜间还应设红灯示警。

18.1.15 低温或高温环境下作业，应采取保暖和防暑降温措施，作业时间不宜过长。

18.1.16 在 5 级及以上的大风以及暴雨、雷电、冰雹、大雾、沙尘暴等恶劣天气下，应停止露天高处作业。特殊情况下，确需在恶劣天气进行抢修时，应组织人员充分讨论必要的安全措施，经本单位分管生产的领导（总工程师）批准后方可进行。

18.1.17 脚手架的安装、拆除和使用，应执行国家电网公司电力安全工作规程[火（水）电厂（动力部分）]中的有关规定及国家相关规程规定。

18.1.18 利用高空作业车、带电作业车、叉车、高处作业平台等进行高处作业时，高处作业平台应处于稳定状态，需要移动车辆时，作业平台上不得载人。

18.2 梯子

18.2.1 梯子应坚固完整，有防滑措施。梯子的支柱应能承受作业人员及所携带的工具、材料攀登时的总重量。

18.2.2 硬质梯子的横档应嵌在支柱上，梯阶的距离不应大于 40cm，并在距梯顶 1m 处设限高标志。使用单梯工作时，梯与地面的斜角度约为 60°。梯子不宜

绑接使用。人字梯应有限制开度的措施。

人在梯子上时，禁止移动梯子。

18.3 阀厅的工作

18.3.1 阀体工作使用升降车上下时，升降车应可靠接地，在升降车上应使用安全帽，正确使用安全带，进入阀体前，应取下安全帽和安全带上的保险钩，防止金属打击造成元件、光缆的损坏，但应注意防止高处坠落。

18.3.2 阀体工作不得坐在阀体工作层的边缘，以防高空坠落。