

ICS 99.160  
P 55

**SL**

中华人民共和国水利行业标准

SL 438—2008

---

## 水利水电工程二次接线设计规范

**Specifications for design secondary circuit  
of hydroengineering**

**2008-12-16** 发布

**2009-03-16** 实施

---

中华人民共和国水利部 发布

https://www.sizjxx.com  
水利造价信息网

中华人民共和国水利部  
关于批准发布水利行业标准的公告  
(总期第 36 期)

2008 年第 33 号

中华人民共和国水利部批准《水利水电工程二次接线设计规范》(SL 438—2008) 标准为水利行业标准，现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	水利水电工程二次接线设计规范	SL 438—2008		2008.12.16	2009.3.16

二〇〇八年十二月十六日

http://www.sizijxx.com  
水利造价信息网

## 前 言

根据水利部水利水电规划设计总院水总科 [2005] 623 号“关于开展 20 项技术标准编制工作的通知”及《水利技术标准编写规定》(SL 1—2002) 要求,编写本标准。

本标准共 8 章 14 节及 1 个附录,主要包括:

- 总则;
- 控制系统;
- 信号系统;
- 测量系统;
- 直流系统;
- 交流回路;
- 设备的选择与配置;
- 控制保护设备的布置。

本标准批准部门:中华人民共和国水利部

本标准主持机构:水利部水利水电规划设计总院

本标准解释单位:水利部水利水电规划设计总院

本标准主编单位:中水北方勘测设计研究有限责任公司

本标准出版、发行单位:中国水利水电出版社

本标准主要起草人:张功权 (主编) 闫国福 (副主编)

张左强 林 宁 辛 红 沈石水

本标准审查会议技术负责人:温续余

本标准体例格式审查人:窦以松

## 目 次

<b>1</b>	<b>总则</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>控制系统</b>	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>一般规定</b>	<b>6</b>
<b>2.2</b>	<b>操作与闭锁</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>信号系统</b>	<b>9</b>
<b>3.1</b>	<b>一般规定</b>	<b>9</b>
<b>3.2</b>	<b>信号系统的设置与接线</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>测量系统</b>	<b>10</b>
<b>4.1</b>	<b>一般规定</b>	<b>10</b>
<b>4.2</b>	<b>测量系统的设置与接线</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>直流系统</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>交流回路</b>	<b>15</b>
<b>6.1</b>	<b>交流电流回路</b>	<b>15</b>
<b>6.2</b>	<b>交流电压回路</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>设备的选择与配置</b>	<b>20</b>
<b>7.1</b>	<b>控制和信号回路</b>	<b>20</b>
<b>7.2</b>	<b>二次回路</b>	<b>20</b>
<b>7.3</b>	<b>端子排</b>	<b>22</b>
<b>7.4</b>	<b>控制电缆</b>	<b>23</b>
<b>8</b>	<b>控制保护设备的布置</b>	<b>27</b>
<b>8.1</b>	<b>屏与台的布置</b>	<b>27</b>
<b>8.2</b>	<b>屏面布置</b>	<b>28</b>
附录 A	屏与台上模拟母线的色别	30
	标准用词说明	31

## 1 总 则

**1.0.1** 为规范水利水电工程二次接线设计，满足水利水电工程安全运行和监视、控制的需要，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于新建大中型水利水电工程二次接线的设计，改建、扩建工程可参照执行。

**1.0.3** 二次接线设计应在总结、吸收设计、施工、运行经验的基础上，结合设备的发展水平，根据继电保护、控制、监视和测量等有关的国家 and 行业标准的要求进行设计，做到安全可靠、技术先进、经济合理。

**1.0.4** 二次回路工作电压不宜超过 500V，否则应采取特殊措施。

**1.0.5** 大中型水电厂、泵站及水闸宜设置中央控制室，并采用以计算机监控系统为基础的集中监控方案，实现对设备的集中监视控制。

中央控制室应设置控制台，根据工程需要可设置模拟屏或其他显示设备。

**1.0.6** 下列标准中的条款通过本标准的引用成为本标准的条款。本标准出版时，所列版本均为有效。本标准执行期间，其引用标准可能会被修改，应使用引用标准的最新版本。

《继电保护和安全自动装置技术规程》(GB/T 14285)

《电力装置的电测量仪表装置设计规范》(GB/T 50063)

《火灾自动报警系统设计规范》(GB 50116)

《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252)

**1.0.7** 水利水电工程二次接线设计除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 控制系统

### 2.1 一般规定

**2.1.1** 水轮发电机组和水泵电动机组的工况转换与调整、变压器有载调压的控制等，应在中央控制室远方操作。闸门的启闭及成组控制，应在中央控制室远方操作。

**2.1.2** 6kV及以上电压等级的断路器，应在中央控制室远方操作。380V厂用电进线及母联断路器，宜在中央控制室远方操作。

**2.1.3** 操作用的隔离开关，宜在中央控制室远方操作。

**2.1.4** 根据需要在水电厂中央控制室可手动紧急关闭机组进水口或输水总管上的快速闸门或进水阀；在泵站中央控制室可手动紧急关闭泵站出水闸门或阀门。

**2.1.5** 在水轮发电机组机旁屏上，应能进行机组的工况转换与调整、开启或关闭机组进水口或输水管上的快速闸门或进水阀，并应能进行手动紧急停机、手动紧急关闭输水管上快速闸门或进水阀的操作。

**2.1.6** 在水泵电动机组机旁屏上，应能进行泵组的工况转换与调整、开启或关闭泵组的进水阀门及出水阀门，并应能进行手动紧急停机、关闭出水闸门或阀门的操作。

**2.1.7** 在现地应能对闸门进行开启或关闭操作。

**2.1.8** 所有在远方控制的开关、设备均应能在现场操作。

**2.1.9** 在现地手动操作断路器（包括磁场断路器）、或进行机组/泵组工况转换时，宜采用带自动复位的操作开关或接线。

### 2.2 操作与闭锁

**2.2.1** 断路器操作回路的接线应符合下列规定：

1 应能进行手动跳、合闸操作，并应能由继电保护及自动装置实现自动跳、合闸。自动跳闸回路应设置自保持回路，确保

操作完成。当跳、合闸操作完成后，应由断路器辅助触点自动切断跳、合闸回路。

**2** 应有防止断路器多次合闸的跳跃闭锁措施。

**1) 35kV** 及以上电压等级的断路器，应有电气防跳接线。

**2) 20kV** 及以下电压等级的断路器和可电动合闸的自动开关，当其操动机构不具备机械防跳功能时，则其控制回路也应有电气防跳接线。

**3** 在断路器操作处，应有指示断路器合闸和分闸位置状态的信号。

**4** 跳、合闸回路应装设位置继电器，监视操作电源及跳、合闸回路的完整性。

**5** 除设有综合重合闸或单相重合闸装置的断路器外，具有分相操动机构的断路器均应采用三相联动控制。

**6 220kV** 及以上电压等级的断路器和 **100MW** 及以上的发  
电机断路器，应具有两套独立的跳闸线圈。

**2.2.2** 当采用电流启动、电压保持的中间继电器构成防跳闭锁接线时，电流线圈的额定电流可按略小于跳闸线圈动作电流的 **50%** 选择，电压线圈的额定电压可按直流系统的额定电压选择。

**2.2.3** 对 **SF<sub>6</sub>** 气体绝缘断路器，应有 **SF<sub>6</sub>** 气体压力降低闭锁断路器的控制回路。

**2.2.4** 配用液压或气压操动机构的断路器，当操作压力低于制造厂的规定时，应闭锁重合闸回路、合闸回路和跳闸回路。配用弹簧操动机构的断路器，应在其合闸回路中设有弹簧未储能的闭锁。

**2.2.5** 作为同步点的断路器，在准同步合闸回路中应有防止非同步合闸的闭锁措施。不作为同步点的断路器，如有可能造成非同步合闸时，也应有相应的防止非同步合闸的闭锁措施。

**2.2.6** 在屋内和屋外配电装置的设计时，对可能发生带负荷拉（合）隔离开关、误拉（合）断路器、带电挂地线、带地线合闸及误入有电间隔等五类危及人身及设备安全操作的场所，均应根



据不同情况采用机械的、电磁的、电子的、微机的或电气回路的连锁装置，且设置高压带电显示装置，并应符合下列要求：

**1** 断路器两侧的隔离开关应在相应的断路器及接地开关断开时进行操作。

**2** 角形及 3/2 断路器接线中的线路或变压器回路的隔离开关应在其两分支的断路器及有关接地开关断开时进行操作。

**3** 线路、变压器及旁路断路器回路的接地开关应在该点无电压或相关断路器和隔离开关都断开时进行操作。

**4** 母线接地开关应在母线无电压时进行操作。

**5** 线路及变压器旁路隔离开关应在其有关接地开关未接地、且旁路断路器跳闸及旁路断路器的隔离开关合闸时进行操作。

**6** 断路器两侧的接地开关应在其有关断路器及隔离开关断开后进行操作。

**7** 双母线接线的隔离开关应在母线联络断路器及其两侧隔离开关均处于合闸状态后、或本回路断路器与接入另段母线的隔离开关均断开后进行操作。

**8** 旁路母线隔离开关应在旁路断路器跳闸、接至旁路母线的接地刀闸未接地时进行操作。

**2.2.7** 对于通过计算机监控系统操作的断路器及隔离开关，应在计算机系统上实现防误操作的闭锁。

**2.2.8** 计算机监控系统应具有自动顺序倒闸操作的功能。

**2.2.9** 户外电动操作隔离开关的操作电源，宜采用 380V/220V 交流电源。户外隔离开关电磁闭锁回路，宜采用 220V 交流电源。

## 3 信号系统

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 在中央控制室应设置中央信号系统。中央信号系统功能应由计算机监控系统实现，信号种类包括状态、位置信号和故障、事故信号等。

**3.1.2** 当设备状态或位置发生改变时，计算机监控系统应给出相应的信号显示。

**3.1.3** 当设备发生事故或故障时，计算机监控系统应给出相应的信号显示，并应同时发出不同的音响信号，区分事故或故障。故障、事故显示信号应能保持至故障消除或运行人员手动复位；故障、事故音响信号应能手动或经一定延时后自动解除。

### 3.2 信号系统的设置与接线

**3.2.1** 信号系统应对各系统、设备运行状态（位置信号）进行监视，应较完整地采集电气主接线、厂站用电接线以及全工程公用主辅设备的状态信号。

**3.2.2** 在中央控制室设置模拟屏的情况下，模拟屏上的状态、位置信号宜全部来自计算机监控系统。

**3.2.3** 计算机监控系统应能实现对故障、事故信号系统的安全监视及事件顺序的自动记录。

**3.2.4** 在计算机监控系统的现地控制单元及其附属屏上，应能通过屏幕显示器或其他信号器具反映设备的工作状态。

## 4 测量系统

### 4.1 一般规定

- 4.1.1 测量系统设计应满足 GB/T 50063 的要求。
- 4.1.2 对有分时计费要求的场所，应采用多费率电能表。
- 4.1.3 对于要求装设电力统计费系统的场所，应设置必要的专用设施，满足电力系统对送电和用电的特殊要求。对有水量计费要求的场所，应装设专用的水量计量装置。
- 4.1.4 对非电量测量，应装设相应测量装置，并应采集至计算机监控系统。

### 4.2 测量系统的设置与接线

- 4.2.1 计算机监控系统宜完整地采集、显示电量和非电量测量信息。需要在中央控制室监测的量，应能在中央控制室计算机监控系统的屏幕显示器上显示。
- 4.2.2 当中央控制室设置模拟屏时，模拟屏上装设的测量仪表宜满足运行监视及事故处理的需要。
- 4.2.3 需要在现地监测的量，应能在现地控制单元及其附属屏上显示，并应符合以下要求：
  - 1 当现地控制单元退出工作时，如被监控的设备仍需维持运行，可按规定装设不通过现地控制单元的常规测量仪表。
  - 2 当现地控制单元退出工作时，如被监控的设备不需继续维持运行，可通过现地控制单元的屏幕显示器或现地控制单元输出的数字式仪表进行显示。

## 5 直流系统

**5.0.1** 直流电源系统应采用按浮充方式运行的蓄电池组。

**5.0.2** 直流系统额定电压宜采用 **220V**。经过技术经济比较，也可全部或部分采用 **110V**。

**5.0.3** 直流系统蓄电池宜选用阀控式密封铅酸蓄电池。

**5.0.4** 工程规模符合以下条件时，应装设两组蓄电池：

1 单机容量为 **100MW** 及以上或总装机容量为 **250MW** 及以上的水电厂；

2 设有重要的 **110kV** 开关站；

3 出线为 **220kV** 及以上电压等级；

4 装机台数多、单机功率特别大的泵站。

**5.0.5** 对于不符合 **5.0.4** 条的水电厂、泵站、水闸、**110kV** 及以下变电站，宜装设一组蓄电池。对于机组台数特别多、单机容量特别大或枢纽布置很分散的水电厂，应论证采用多组蓄电池分散供电的必要性和合理性。

对于距离厂房较远的开关站，可由厂房内直流系统的两段母线分别引一路直流电源到开关站的直流配电屏；经过技术经济比较，也可设置独立的蓄电池组。

**5.0.6** 对于有两个厂房的发电工程选定蓄电池组，应遵循以下原则：

1 总装机容量小于 **250MW** 时，如两个厂房相距较近，可仅在其中第一期工程的厂房内装设一组或两组蓄电池；也可设两组蓄电池，并分别装两个厂房内，两组蓄电池互为备用。如两个厂房相距较远，可在两个厂房分别装设一组蓄电池；当条件允许时，两组蓄电池之间可对控制、保护负荷考虑互为备用。

2 总装机容量大于 **250MW** 时，如两个厂房相距较近，可在每个厂房各装设一组蓄电池组，两组蓄电池互为备用；如两个

厂房相距较远，可按两个发电工程考虑，分别设置蓄电池组。

**5.0.7** 直流系统不宜设置端电池。

**5.0.8** 在选择蓄电池容量时，交流事故停电时间应按不小于 **1h** 计算。

**5.0.9** 当装有两组蓄电池时，对于事故照明负荷，每组蓄电池容量可按全部负荷的 **60%** 计算（但对事故照明应采取必要措施由两组蓄电池分别供电）；对其他事故备用负荷，可按每组蓄电池实际接入的负荷计算；对控制、信号、继电保护和自动装置的负荷，可按全部负荷的 **100%** 计算。

**5.0.10** 蓄电池容量的选择应满足事故放电容量及最大冲击负荷两个条件。当发电工程黑启动有要求时，蓄电池容量应予以满足。

**5.0.11** 直流母线电压的允许波动范围应为 **85%~110%** 额定值，当校核事故放电末期附加冲击负荷，如果由于电缆压降致使该冲击负荷端的电压不能满足要求时，或为满足其电压要求而导致电缆截面选择过大时，可适当加大蓄电池容量或增加蓄电池个数；当采用增加蓄电池个数的方式后，若在均衡充电时直流控制母线电压过高而影响所带负荷，可加装硅降压装置，该硅降压装置应在全厂交流电源消失时自动短接。

**5.0.12** 直流系统充电装置宜采用高频开关型。

**5.0.13** 设有一组蓄电池的直流系统，宜配置一套充电装置，也可设置充电装置和备用充电装置各一套。设有两组蓄电池的直流系统，宜每组蓄电池各设一套充电装置及两组蓄电池共用一套备用充电装置。充电装置的整流模块应按  **$N+1$**  配置。

**5.0.14** 充电设备应具有自动稳压、稳流性能，其稳压精度不应大于 **0.5%**，稳流精度不应大于 **1%**，纹波系数不应大于 **0.5%**。

**5.0.15** 充电（均衡充电）设备的额定电流，应大于蓄电池最大充电电流与直流系统经常负荷电流之和；当有两组蓄电池且充电过程中其经常负荷可转移至另一组蓄电池承担时，可按只满足最大充电电流选取。充电设备电压调整范围的上限不应低于蓄电池

组充电终止电压，下限不应高于直流母线的最低工作电压。

**5.0.16** 蓄电池至直流母线之间的连接导体及相应设备均应按满足最大事故放电电流选择。当蓄电池至直流母线之间采用电缆连接时，正极和负极的引出线不应共用一根电缆。

**5.0.17** 装设一组蓄电池的直流系统，直流母线应采用单母线分段或单母线接线方式；采用单母线分段接线方式时，蓄电池组应能切换至任一段母线上。装设两组蓄电池的直流系统，直流母线应采用单母线分段接线方式，每组蓄电池应分别固定连接在一段母线上，且两段母线之间应设联络电器，并应满足在运行中两段母线切换时不中断供电的要求。两段母线切换过程中两组蓄电池可短时并联运行。

**5.0.18** 在每段直流母线上，应装设一只测量母线电压及正、负母线对地绝缘电阻（按电压值或电阻值标度）的绝缘监视仪表。

当直流系统设置一组蓄电池时，单母线或分段的两段单母线可设置一套绝缘监视装置；当直流系统设置两组蓄电池时，每段母线应各装设一套绝缘监视装置。绝缘监视继电器的灵敏度应与全厂（站）控制和保护回路对地最灵敏的直流继电器相配合。直流系统宜装设能够检测故障馈电回路的自动装置及蓄电池自动巡检装置。直流系统配置的有关自动装置应满足与计算机监控系统之间的通信接口要求。

当 **220V** 直流系统绝缘电阻低于 **15~20kΩ**、**110V** 直流系统绝缘电阻低于 **4~6kΩ** 时，应发出报警信号。在测量正、负母线对地绝缘电阻时，应能断开绝缘监视继电器回路。

**5.0.19** 直流供电网络宜采用辐射状供电方式，并应符合下列要求：

**1** 对重要的直流负荷或具有双重化控制和保护回路等要求双电源供电的直流负荷，应分别由两组蓄电池系统供电，两组蓄电池之间不应并列运行。

**2** 对比较集中的重要直流负荷，宜设置直流分电屏，由直

流主屏以双回路供电，并从直流分电屏对直流负荷分别设置馈线。

**5.0.20** 直流系统合闸馈线回路自动开关热脱扣器的额定电流，应与断路器合闸回路保护元件的额定电流相配合；事故照明馈线回路自动开关热脱扣器的额定电流，应按通过馈电开关的事故照明电流值选择；控制、保护、信号等馈线回路自动开关热脱扣器的额定电流，应满足馈电回路经常工作负荷的需要，并与相应回路保护元件的额定电流相配合。

蓄电池出口回路熔断器熔件的额定电流，应按最大事故放电电流再加大一级选择，并与直流馈线上自动开关热脱扣器的动作时间相配合，以保证选择性。

## 6 交流回路

### 6.1 交流电流回路

**6.1.1** 电流互感器的选择应遵守下列规定：

**1** 应满足一次回路额定电压、最大负荷电流的要求，并满足短路时动、热稳定的要求。

**2** 应满足二次回路测量仪表、自动装置的准确等级、负载容量要求；保护装置用电流互感器稳态比误差不应大于**10%**。

**3** 测量用电流互感器可选用具有仪表保安限值的互感器，仪表保安系数 (**FS**) 可选**10**。对电子式仪表可不考虑保安系数的要求。测量用电流互感器的额定电流选择应符合以下要求：

**1)** 宜按发电机、变压器、线路等电力设备额定电流的**1.25**倍选择；

**2)** 对于直接起动的电动机，宜按不小于**1.5**倍的电动机额定电流选择；

**3)** 对于发电工程，当一回线路故障退出而需要送出原有发电容量时，可按原有发电容量的**1.0**倍左右选择。

**4** 当电流互感器的二次绕组接有不同型式的仪表时，电流互感器的准确等级应按满足其中对准确等级要求最高的仪表选择。

**5** 电流互感器的额定二次电流可选用**5A**或**1A**，其中**220kV**及以上电压等级电流互感器的额定二次电流宜选用**1A**。

**6** **300MW**及以上发电机变压器组和**330kV**及以上电压等级保护用电流互感器，宜选用**TP**型，且其暂态特性应满足继电保护的要求。

**7** 变压器差动保护用的各侧电流互感器和同一母线差动保护用的电流互感器，应具有相同的铁芯型式。

**8** 当按保护装置要求选择的电流互感器变比过大、不能满



足测量和电能计量的要求时，可采用二次绕组具有抽头的电流互感器。

9 对分期建设的工程，电流互感器应适应不同工期建设的需要，采用合适的具有抽头的电流互感器。

#### 6.1.2 电流互感器的配置应遵守下列规定：

1 应满足测量仪表、继电保护和自动装置的要求。

2 对 **100MW** 及以上机组和 **220kV** 及以上电压等级电力设备，当其继电保护按双重化配置时，每套保护装置的交流电流应分别取自电流互感器相互独立的二次绕组。对 **220kV** 及以上电压等级敞开式高压配电装置保护用电流互感器，其二次绕组的选用应避免断路器和电流互感器之间的保护死区，并避免当电流互感器内部对底壳闪络接地或电流互感器外绝缘闪络时，被误判为母线故障。

3 对中性点有效接地系统，应按三相式配置；对中性点非有效接地系统，可根据需要，按两相或三相式配置。

4 用于发电机后备保护时，宜布置在中性点侧。

5 用于发电机励磁系统的电流互感器宜独立配置，且应安装在发电机定子绕组的主引出线侧，并应采用电流互感器测量级的独立绕组。

6 当发电机定子绕组有多个并联分支，并有不少于两个中性点引出端子时，宜装设横联差动保护用低变比电流互感器。

7 对于采用 **3/2** 断路器接线的敞开式开关站，线路—线路串宜装设三组电流互感器，必要时也可在出线始端加装一组电流互感器；线路—变压器串宜装设三组电流互感器，需要时可利用变压器的套管加装电流互感器。

8 对于采用 **3/2** 断路器接线的封闭电器，电流互感器的配置应根据继电保护和测量的实际需要，经比较分别装设在适当部位。

6.1.3 测量表计、继电保护及自动装置不宜共用电流互感器的同一个二次绕组。若受条件限制只能接于同一个二次绕组时，其

性能应同时满足测量和保护的要求，且接线方式应避免在测量仪表校验时影响继电保护工作。

**6.1.4** 当几种测量仪表接在电流互感器的同一个二次绕组时，其接线顺序宜先接指示仪表（包括接有指示仪表的变送器）和积算仪表，其次接记录仪表，最后接发送仪表。

**6.1.5** 应根据设计水平年设备安装处短路可能流过电流互感器的最大短路电流，计算电流互感器的电流倍数，按稳态比误差10%倍数曲线确定允许的二次负载。

**6.1.6** 电流互感器二次绕组回路严禁带电切换。为防止电流互感器二次回路开路，应装设必要的试验元、器件，满足不断电检修及二次电流回路中设备试验的要求。

**6.1.7** 每组电流互感器的二次侧，宜在配电装置处经端子连接成星形或三角形等接线方式。

**6.1.8** 电流互感器二次回路应在配电装置处经接地汇流排一点接地。当差动保护装置连接多组电流互感器时，各电流互感器二次绕组应在保护屏上经汇流排连接成一点后接地。

## 6.2 交流电压回路

**6.2.1** 电压互感器的选择应遵守下列规定：

- 1 应满足一次回路额定电压的要求。
- 2 电压互感器的型式、接线、容量和准确等级应满足测量仪表、继电保护和自动装置的要求，其二次绕组所接的负荷不应大于制造厂提供的额定负荷。
- 3 110kV及以上电压等级的敞开式配电装置，宜采用电容式电压互感器。

**6.2.2** 电压互感器的配置应遵守下列规定：

- 1 应满足测量仪表、继电保护、自动装置及同期接线的要求。
- 2 对100MW及以上机组和220kV及以上电压等级电力设备，当其继电保护按双重化配置时，电压互感器的配置应满足继

电保护和自动装置双重化的要求。

**6.2.3** 对采用单元或扩大单元接线的发电机组，其机端电压互感器的配置宜遵守下列规定：

**1** **10~100MW** 的发电机出口端装设两组电压互感器，其中一组带剩余电压绕组和两个二次绕组；另一组不带剩余电压绕组。

**2** **100MW** 及以上的发电机出口端装设两组电压互感器，其中一组带剩余电压绕组和两个二次绕组，一组带剩余电压绕组和一个二次绕组。根据需要还可单独设置励磁调节装置专用的电压互感器。

**3** 对发电机出口装有断路器的发电机—变压器组和扩大单元接线发变组，在发电机出口断路器和主变压器之间，应增设一组带剩余电压绕组和一个二次绕组的三相电压互感器。

**6.2.4** 对采用双母线及 **3/2** 断路器接线的 **330kV** 及以上电压等级的电压互感器的配置，宜遵守下列规定：

**1** 对双母线接线，在每回出线和每组母线的三相上装设电压互感器。

**2** 对 **3/2** 断路器接线，在每回出线的三相上装设电压互感器；根据继电保护、自动装置和测量仪表的要求，在主变压器进线和每组母线的一相或三相上装设电压互感器。

**6.2.5** 对 **220kV** 及以下电压等级的变电站，应在每组母线的三相上装设电压互感器，在每回出线的一相上装设电压互感器。

**6.2.6** 电压互感器二次电压自动切换回路，宜采用由隔离开关的辅助触点控制电压自动切换装置或中间继电器实现。

**6.2.7** 电压互感器一次侧的隔离开关断开后，可用隔离开关的辅助常开触点断开二次侧，以防止二次侧向一次侧反馈电压。对于一次侧没有装设隔离开关的电压互感器，可用切换开关控制中间继电器断开电压互感器二次回路。

**6.2.8** **110kV** 及以上电压等级电压互感器的剩余电压绕组，除用于保护、同步系统并满足其接线要求外，还应引出供检查零序

功率方向继电器接线正确性及回路完整性用的试验芯线。

**6.2.9** 电压互感器二次绕组应一点接地，并应遵守以下规定：

**1** 对于中性点直接接地系统，经中控室（或继电保护屏室，下同）零相小母线连通的几组电压互感器的二次回路，应在中控室一点接地；如电压互感器距离中控室较远，当高压系统发生单相接地将导致中控室与电压互感器所在处地电位差过大时，在中控室一点接地的各组电压互感器二次绕组中性点，可在配电装置现场经放电间隙或氧化锌阀片（击穿熔断器）接地。

**2** 为保证接地可靠，各电压互感器的中性线不应接有可能断开的自动开关或熔断器等器具。

**3** 宜取消电压互感器二次绕组 V 相接地方式。

**4** 独立的、与其他电压互感器二次回路没有电气联系的电压互感器二次回路，可在中控室或在配电装置现场一点接地。用于定子接地保护的发电机中性点电压互感器，其二次侧应在保护屏内一点接地。

**5** 引自配电装置现场的电压互感器二次绕组引入线和剩余电压绕组引入线应分别引接，不应公用。

## 7 设备的选择与配置

### 7.1 控制和信号回路

**7.1.1** 控制开关应按二次回路需要的触点数量、控制接线要求，以及回路的额定电压、额定电流和分断电流等条件选择。

**7.1.2** 断路器控制回路灯光监视接线中的信号灯及附加电阻的选择应符合下列要求：

1 当灯泡引出线短路时，通过跳、合闸回路电流应小于其最小动作电流及长期热稳定电流（可按不大于跳、合闸线圈额定电流的**10%**考虑）。

2 当设备安装处直流电压为额定电压的**90%**时，加在灯泡上的电压不应低于其额定电压的**70%**。

**7.1.3** 跳、合闸回路位置继电器的选择应符合下列要求：

1 在正常情况下，通过跳、合闸回路的电流应小于其最小动作电流及长期热稳定电流。

2 当设备安装处直流电压为额定电压的**80%**时，加在继电器上的电压不应低于其额定电压的**70%**。

**7.1.4** 自动重合闸继电器及其出口信号继电器额定电流的选择，应与其所启动的元件动作电流相配合，其动作的灵敏度不应小于**1.5**。

**7.1.5** 电流启动的防跳继电器和断路器合闸、跳闸继电器的电流线圈额定电流的选择，应分别与断路器合闸线圈（或接触器）、跳闸线圈的额定电流相配合。

### 7.2 二次回路

**7.2.1** 用于切除二次回路短路故障的保护设备宜采用自动开关。自动开关应满足动、热稳定的要求。

**7.2.2** 控制回路自动开关的配置应遵守下列规定：

1 当一个安装单位内只有一台断路器时，断路器的控制回路和保护装置可共用一组自动开关；当一个安装单位内有多台断路器（如三绕组变压器）时，各断路器的控制回路以及该安装单位公用的保护回路应分别装设自动开关。

2 对于采用双重快速保护的安装单位，两套完全独立的快速保护及跳闸回路应分别由专用的自动开关供电，后备保护可由另一组专用的自动开关供电，也可以适当的将后备保护分配到前两组自动开关供电回路中。

3 采用“近后备”原则只有一套纵联差动保护和一套后备保护的线路，纵联差动保护与后备保护应分别由专用的自动开关供电。

4 有两组跳闸线圈的断路器，每一组跳闸回路应分别装设专用的自动开关。

5 机组水力机械自动控制回路、发电机保护回路及其出口断路器控制回路和自动调节励磁装置控制回路，应分别装一组自动开关。

6 机组附属设备和全厂公用设备的电动机交流控制回路，应经自动开关接至主设备的电源，系统公用的交流控制回路，应经自动开关引自可靠的交流控制电源。

7 不同安装单位二次回路的操作电源不应共用自动开关。两个及以上安装单位的公用保护和自动装置回路（如母线保护双回平行线路的公用保护等），应装设单独的自动开关。

**7.2.3** 控制、保护、信号及自动装置的电源回路的自动开关状态，宜纳入计算机监控系统监视范围。主要电源回路宜装设电压监视继电器。

**7.2.4** 电压互感器回路保护设备的配置应遵守下列规定：

1 在电压互感器或电压抽取装置二次回路中，均在其出口装设自动开关。

2 接成开口三角形的剩余电压绕组出口不应装设熔断器或自动开关，只在其试验芯线上装设自动开关。

3 在电压互感器二次侧中性点出线上，不应装设熔断器或自动开关。

4 当发电机励磁装置具有断相闭锁保护功能时，励磁装置可与其他测量和继电保护共用电压互感器。共用的电压互感器二次回路，应采用独立分支供电，并应分别装设容量较小的自动开关。如断相闭锁保护由两组不同的电压互感器供电，当其中一组电压互感器回路断相时，除闭锁有关的继电保护和自动装置外，应同时发出电压回路断相信号。

5 当调速器采用残压测频时，可与其他回路共用电压互感器。如测频电压回路中断不引起调速器误动时，测频回路宜经自动开关直接连至电压互感器二次侧，其他所接分支回路也应装设自动开关。

**7.2.5** 自动开关应按回路最大负荷电流选择。干线和分支上的自动开关动作，应满足保护的选择性要求。

**7.2.6** 电压互感器二次侧自动开关的选择应符合下列要求：

- 1 自动开关的额定电流应大于回路的最大持续工作电流。
- 2 自动开关瞬时脱扣器的动作电流，应按大于电压互感器二次回路的最大负荷电流整定，可靠系数应取 **1.3**。
- 3 瞬时脱扣器断开短路电流的时间不应大于 **0.02 s**。

4 当电压互感器运行电压为额定电压的 **90%**，二次电压回路末端两相经过渡电阻短路，而加在继电器线圈上的电压低于额定电压的 **70%**时，自动开关应瞬时动作。

**7.2.7** 二次回路可能出现操作过电压时，应采取降低操作过电压的措施。

**7.2.8** 在多雷区，经过户外接入自动装置或计算机监控系统的电源和信号回路，在回路入口处应加装防雷电浪涌抑制模块。

### **7.3 端子排**

**7.3.1** 端子排应采用铜质或合金导体。安装在潮湿场所的端子应有良好的防潮性能。

**7.3.2** 每个安装单位应有独立的端子排。每个安装单位的端子排，应按不同回路分组，并自上至下或自左至右按顺序排列。当一个安装单位的端子过多或一个屏上有几个安装单位时，可将端子排成组地布置在屏的两侧。各安装单位端子排的安装位置应与屏面布置相配合。

**7.3.3** 每个屏上端子排下端距地面不宜小于 300mm。

**7.3.4** 下列回路应经过端子排连接：

- 1 屏内与屏外二次回路的连接。
- 2 同一屏上各安装单位之间的连接以及转接回路等。
- 3 屏（箱）面上和屏（箱）内设备的连接。
- 4 屏内同一安装单位保护装置的正负电源，应分别在屏内设备之间接成环形，环的两端应分别接至端子排。
- 5 电流互感器二次回路应经过试验端子连接屏内外设备。差动保护用电流互感器的二次回路，应经过特殊端子或试验端子连接。

**7.3.5** 每一安装单位的端子排应编有顺序号，并应在下端留 2~5 个备用端子。当条件许可时，同一安装单位各组端子排之间也应留 2~3 个备用端子。在端子排两端和分隔不同安装单位处，均应有标记型端子。

**7.3.6** 正负电源之间、正电源与合闸或跳闸回路之间的端子，应以一个空端子隔开。

**7.3.7** 下列回路应多设一个备用连接型端子：

- 1 机组启动、停机、调相、发电、调频、调压及断路器跳、合闸等回路。
- 2 泵组及启闭机电动机的启动、停机及断路器跳、合闸等回路。

**7.3.8** 每个端子的每一侧宜只接一根导线。

## 7.4 控制电缆

**7.4.1** 电缆型式的选择应符合下列要求：



1 控制电缆应采用铜芯，其护层型式选择应根据敷设环境和电磁干扰程度等条件确定。

2 敷设在容易遭受机械损伤或受阳光照射地方的电缆应加铠装。

3 用于需要抑制电磁干扰的场所或回路的电缆，应具有金属屏蔽层，其屏蔽体覆盖率不宜小于 80%。

4 对于可能受到电磁干扰的二次回路连接线，应采用屏蔽电缆。连接保护回路的屏蔽电缆的屏蔽层宜两端接地。

5 高频同轴电缆的屏蔽层应在两端分别接地，并应紧靠高频同轴电缆一根敷设截面不小于  $100\text{mm}^2$  的铜导线，铜导线应两端接地。

6 计算机监控系统使用的电缆，其型式选择及屏蔽措施，应符合计算机监控系统的有关要求。

7 敷设在可能遭受油类污染腐蚀地方的电缆，应采用耐油型电缆。

8 强电控制使用的电缆的额定电压不应低于 450/750V，弱电控制使用的电缆的额定电压不应低于 250V。敷设在 220kV 及以上高压配电装置区的控制电缆，其额定电压宜选用 600/1000V。

#### 7.4.2 电缆截面的选择应符合下列要求：

1 电流互感器二次电流回路的电缆芯线截面，应按电流互感器的额定二次负荷经计算选择，其中二次额定电流为 5A 时不宜小于  $4\text{mm}^2$ ，二次额定电流为 1A 时不宜小于  $2.5\text{mm}^2$ 。

2 电压互感器二次电压回路的电缆芯线截面，应按允许电压降要求经计算选择，不宜小于  $2.5\text{mm}^2$ 。电压互感器至计费用的 0.2 级和 0.5 级有功电能表的电压降，不宜超过额定二次电压的 0.2%；电压互感器至 1.0 级和 2.0 级有功电能表的电压降，不宜超过二次电压的 0.5%。在正常负荷下，电压互感器至其他测量仪表的电压降不应超过额定电压的 1%。在最大负荷时，电压互感器至其他测量仪表、继电保护和自动装置的电压降不应超

过额定电压的**3%**。当电压互感器连接有距离保护时，其电缆截面应按有关规定校验。

**3** 控制、信号电缆芯线截面应按在正常最大负荷时，直流屏至各设备的电压降不超过额定电压的**10%**选择。

**4** 按机械强度要求，连接于强端子的铜芯电缆芯线或绝缘导线，截面不应小于**1.5mm<sup>2</sup>**；连接于弱电端子及远动装置用的导线应采用多股线，其截面不应小于**0.5mm<sup>2</sup>**。

**7.4.3** 控制电缆应选用多芯电缆，并应避免多次转接。电缆芯线截面为**1.5~2.5mm<sup>2</sup>**的电缆芯数不宜超过**24**，芯线截面为**4.0~6.0mm<sup>2</sup>**的电缆芯数不宜超过**10**。弱电电缆芯数不宜超过**48**。

**7.4.4** 互感器的各相线和中性线应采用同一根电缆。

**7.4.5** 信号线、变换器输出线、晶闸管整流器输入与输出线及高频分量电压与电流线路，宜使用同一根电缆中的两条芯线。

在一根电缆内不应有两个安装单位的电缆芯线。在同一个安装单位内，交流和直流操作回路不应合用一根电缆；信号回路应单独使用一根电缆。

**7.4.6** 与双重化保护有关的两套系统之间的回路，不应合用电缆。

**7.4.7** 控制电缆备用芯线的预留，应计及电缆长度、芯线截面及敷设条件等因素，并应符合以下要求：

**1** 对于敷设在条件较好场所的电缆，可不留备用芯或少留备用芯。

**2** 对于敷设距离较长的、且芯线截面小于**4.0mm<sup>2</sup>**的控制电缆，当芯数在**7**芯及以上时，宜留有备用芯。其中**7~14**芯的备用**1~2**芯，**19**芯及以上的备用**2~3**芯。对于同一安装单位且起止点相同的控制电缆，可在同类性质的一根电缆中预留备用芯。

**7.4.8** 当电缆敷设距离很长，其芯线间的电容有可能导致控制回路不正确动作时，应采取相应的防范措施。

**7.4.9** 强电和弱电回路不应共用一根电缆。

**7.4.10** 导引线电缆及有关接线应符合下列要求：

**1** 引入高压变电所、开关站的导引线电缆，应采用双层绝缘护套的专用电缆。该专用电缆中间应具有金属屏蔽层，屏蔽层对外皮的耐压水平宜选用 **15kV/50Hz/1min**。

**2** 对于短线路，可用双层绝缘护套的专用电缆直接连通两侧的导引线保护，并应使用专用电缆芯线中的一对绞线。

**3** 对于较长线路，可对引入变电所、开关站的部分采用双层绝缘护套的专用导引线电缆。在距离变电所、开关站地网边缘 **50~100m** 处，可采用一般通信电缆，并使用其中的一对对绞线。通信电缆屏蔽层应与专用导线屏蔽层连通，并在连接处可靠接地，形成以大地为另一通路的屏蔽层两点接地方式。通信电缆的其他芯线不应采用两点接地方式。

**7.4.11** 计算机监控系统电缆选择、敷设应符合下列要求：

**1** 计算机监控系统宜利用水利水电工程的接地网接地，并应采用树状单点接地方式。接地线应采用铜质线，截面不小于 **35mm<sup>2</sup>**；机柜间链式接地连接线截面不应小于 **2.5mm<sup>2</sup>**。

**2** 计算机监控系统模拟量输入宜选用对绞屏蔽加总屏蔽电缆。对绞线的组合应是同一信号的两根信号线。对绞屏蔽层应在计算机监控系统计算机侧一点接地，总屏蔽层应两端接地。

**3** 计算机监控系统开关量输入宜选用多芯总屏蔽电缆，且应使用芯线电缆截面不小于 **0.5mm<sup>2</sup>** 的多股线。开关量输出可采用普通控制电缆。

**4** 计算机监控系统中电平等级不同的信号，不应使用同一根电缆的不同芯线传送。

**5** 计算机监控系统电缆宜单独敷设在最下一层电缆架上，除可与通信用的弱电电缆混合敷设外，不宜与其他电缆混合敷设；计算机监控系统电缆也可敷设在专用电缆线槽内。

**7.4.12** 计算机监控系统的局域网络宜采用光缆，现场总线网络应根据工程情况选用光缆或双绞屏蔽电缆。计算机监控系统光缆的敷设应符合相关规定。

## 8 控制保护设备的布置

### 8.1 屏与台的布置

**8.1.1** 屏间距离和通道宽度不应小于表 8.1.1 所列数值。

表 8.1.1 屏间距离和通道宽度 单位: mm

距离名称	采用尺寸		备 注
	一般	最小	
屏正面—屏正面	1800	1400	—
屏正面—屏背面	1600	1200	—
屏背面—屏背面	1000	800	—
屏正面—端	1600	1200	—
屏背面—端	1200	800	—
边屏—端	1200	800	如条件困难允许地屏等 一端靠墙、柱布置
中控室主要通道	1600~2000	1400	—

**8.1.2** 中控室模拟屏上的设备布置宜与主厂房机组/泵组/闸门顺序位置相对应。

**8.1.3** 控制台与模拟屏间的距离应按中控室主要通道确定。布置模拟屏时，其布置位置应根据清晰视距不大于 3.5m、最大视距不大于 4.5m、垂直清晰视区不大于 80°、水平清晰视区不大于 100°和下倾角不大于 30°等条件综合确定。

**8.1.4** 直流屏宜布置在继电保护屏室或中央控制室内。当设置专用蓄电池室时，亦可将全部或部分直流屏布置在蓄电池室附近。

**8.1.5** 机组、泵组和闸门液压油泵站等的控制屏以及发电机（或发电机—变压器组）/电动机继电保护屏等，宜布置在主设备附近。励磁装置屏宜布置在发电机/电动机层。

**8.1.6** 10kV 及以下的厂站用电和厂坝区馈电线的继电保护和自动装置，宜安装在相应的开关柜或动力配电屏上。

**8.1.7** 送电线路及高压母线的继电保护和自动装置屏，应布置在中央控制室或与其相邻专设的继电保护屏室内。

当 35kV 及以上的配电装置远离中央控制室、且送电线路出线回路数较多时，宜将其母线设备、线路等元件的继电保护和自动装置屏布置在其配电装置附近专设的继电保护屏室内，并应将继电保护和自动装置的各种信号送中央控制室。

**8.1.8** 机旁屏及励磁屏屏面与发电机/电动机上部盖板的距离不宜小于 1.20m。

**8.1.9** 中控室模拟屏可采用直列形或弧形布置。当采用弧形布置时，宜采用 8m 或 12m 的曲率半径。当模拟屏屏顶封闭到天棚时，其两侧也应封闭并设门。

**8.1.10** 布置在不同区域的控制保护屏的防护等级，宜按表 8.1.10 确定。

表 8.1.10 控制保护屏的防护等级

安 装 位 置	防 护 等 级
中控室、继电保护屏室、直流屏室等	≥IP32
主厂房、闸门室等	≥IP42
户外	≥IP54

**8.1.11** 控制保护屏宜前后设门。有被落物击中危险的机旁屏屏顶应设盖板，屏顶与盖板间应留有散热空隙。

**8.1.12** 布置在中控室的工业电视监控台及视频监视器，应与中控室的布置统筹考虑。消防监控台宜布置在中央控制室。生产调度总机宜布置在控制台上或台后的适当位置。

## 8.2 屏 面 布 置

**8.2.1** 同类安装单位的屏面布置应一致。当不同安装单位的设备装在同一块屏（台）上时，宜按纵向划分，屏上设备的横向装

设高度应整齐一致。屏内设备不宜前后双层布置；当难以避免双层布置时，运行维修应方便。

**8.2.2** 模拟屏的屏面布置，应符合模拟接线清晰、监视与操作调节方便的要求；同类安装单位功能相同的测量仪表及操作设备应布置在相对应的位置上；测量仪表及操作设备应与其安装单位的模拟接线相对应。

**8.2.3** 模拟屏上的设备与屏顶距离不宜小于 400mm，距左右边侧不宜小于 50mm，最下层设备距地面不宜小于 600mm。仪表之间除嵌入模拟母线处应留 10mm 的水平净距外，其余均可相靠排列。模拟信号灯之间的水平及垂直净距不宜小于 40mm。

**8.2.4** 当采用定型标准的 2200mm 高的屏体时，仪表的水平中心线宜距地面 1200~2000mm，电能表的水平中心线宜距地面 800~1800mm，记录型仪表的水平中心线宜距地面 800~1800mm。操作设备宜布置在水平中心线距地面高度 800~1600mm 间。

**8.2.5** 操作器具、信号器具、继电器、电能表、变送器、试验部件、连接片等，应设置名牌框，并应标明设备的用途和性质等。

**8.2.6** 屏与台上模拟母线的色别应符合附录 A 的规定。

## 附录 A 屏与台上模拟母线的色别

表 A 屏与台上模拟母线的色别

序号	运行电压种类与等级 (kV)	颜色	序号	运行电压种类与等级 (kV)	颜色
1	直流电压	褐	10	交流电压 18	粉红
2	交流电压 0.10	浅灰	11	交流电压 20	泥黄
3	交流电压 0.22	深灰	12	交流电压 35	鲜黄
4	交流电压 0.38	黄褐	13	交流电压 60	橙黄
5	交流电压 3.0	深绿	14	交流电压 110	朱红
6	交流电压 6.0	深蓝	15	交流电压 154	天蓝
7	交流电压 10.0	绛红	16	交流电压 220	紫
8	交流电压 13.8	浅绿	17	交流电压 330	白
9	交流电压 15.75	绿	18	交流电压 500	淡黄

## 标准用词说明

标准用词	在特殊情况下的等效表述	要求严格程度
应	有必要、要求、要、只有……才允许	要 求
不应	不允许、不许可、不要	
宜	推荐、建议	推 荐
不宜	不推荐、不建议	
可	允许、许可、准许	允 许
不必	不需要、不要求	