

国家电网公司



STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

国家电网公司县供电企业 安全性评价依据(试行)

国家电网公司 发布

国家电网公司县供电企业 安全性评价依据(试行)

国家电网公司 发布

内 容 提 要

为推动和规范国家电网公司县供电企业安全性评价工作,科学、正确地运用安全性评价方法,超前控制、防范事故,提高设备健全水平,不断提高安全生产管理水平,国家电网公司农电工作部特组织编制了《国家电网公司县供电企业安全性评价工作管理办法(试行)》、《国家电网公司县供电企业安全性评价标准(试行)》和《国家电网公司县供电企业安全性评价依据(试行)》。

本书主要包括安全性评价标准中的内容,就生产设备(农村电网、变电一次设备、变电二次设备、调度管理、输配电管理、电气测试设备管理)、劳动安全和作业环境(劳动安全、作业环境、交通安全、防火防爆、防汛、抗震)、安全生产管理(指导方针、原则和目标、责任制、规程制度、反事故措施和安全技术劳动保护措施、教育培训、安全例行工作、承发包、出租和临时工安全管理、农村安全用电、安全生产监督、事故的应急救援与调查处理、多经及有资产和管理关系企业的安全管理、安全考核与奖惩)几个方面标准的溯源而编制。包括了农电安全相关规程的条文。

本书可供从事农村电网安全管理的技术人员和相关管理人员使用,也可用于相关技术人员和管理人员参考学习。

国家电网公司县供电企业安全性评价依据 (试 行)

*

中国电力出版社出版、发行
(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)
北京同江印刷厂印刷

*

2005年1月第一版 2006年3月北京第六次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 22.25印张 546千字
印数24001—29000册

*

统一书号 155083·1067 定价 45.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

关于印发国家电网公司县供电企业安全性 评价工作管理办法及标准的通知

国家电网农〔2004〕477号

华北、东北电网有限公司，公司系统省（自治区、直辖市）电力公司：

为推动和规范国家电网公司县供电企业安全性评价工作，不断提高安全生产管理水平，国家电网公司组织编制了《国家电网公司县供电企业安全性评价管理办法（试行）》（以下简称办法）、《国家电网公司县供电企业安全性评价标准（试行）》（以下简称标准）、《国家电网公司县供电企业安全性评价依据（试行）》（以下简称依据）。现印发给你们，自即日起执行。并提出如下要求：

一、要加强对安全性评价工作的领导，落实管理机构，明确工作职责，严格工作程序，规范、扎实地做好安全性评价工作。

二、要认真组织对办法、标准和依据的学习培训，结合各地实际情况制定具体的实施细则，充实标准和依据，确保工作质量。

三、各网省公司要按本标准的规定，积极开展试点工作，树立国家电网公司县供电企业开展安全性评价工作的典型，创造并总结好经验、好办法，全面推动农电安全性评价工作的广泛深入开展。

四、各单位在执行过程中的问题和建议，请及时告国家电网公司农电工作部。

- 附件：1. 国家电网公司县供电企业安全性评价工作管理办法（试行）
2. 国家电网公司县供电企业安全性评价标准（试行）
3. 国家电网公司县供电企业安全性评价依据（试行）

国家电网公司（印）

二〇〇四年九月十四日

目录

关于印发国家电网公司县供电企业安全性评价工作管理办法及标准的通知

1 总则	1
2 生产设备	1
2.1 农村电网	1
2.2 变电一次设备	10
2.3 电气二次设备	98
2.4 调度管理	161
2.5 输配电设备	169
2.6 电气测试设备管理	235
3 劳动安全和作业环境	243
3.1 劳动安全	243
3.2 作业环境	292
3.3 交通安全	299
3.4 防火、防爆	302
3.5 防汛	311
3.6 抗震	312
4 安全生产管理	316
4.1 指导方针、原则和目标	316
4.2 责任制	319
4.3 规程制度	323
4.4 反事故措施和安全技术劳动保护措施	328
4.5 教育培训	329
4.6 安全例行工作	332
4.7 承发包、出租和临时工安全管理	333
4.8 农村安全用电	334
4.9 安全生产监督	340
4.10 事故的应急救援与调查处理	341
4.11 多经及有资产和管理关系企业的安全管理	347
4.12 安全考核与奖惩	348

1 总则（略）

2 生产设备

2.1 农村电网

2.1.1 电网规划

2.1.1.1 评价依据

《电力行业一流企业考核标准（试行）》（电力工业部安生[1997]53号）第三、（二）1条

1. 有电网发展、改造规划，局长每年至少一次主持召开研究电网发展的会议，分析电网薄弱环节，制定大修、更改工程计划及目标，并有具体安排、检查和总结。

2.1.1.2 评价依据

《农村电力网规划设计导则》（DL/T5118—2000）第3.4.1条

3.4.1 农网规划年限应与国民经济发展规划和县、城镇发展总体规划的年限一致，一般分为近期（5年）、中期（10年）和远期（20年）三种规划年限。

2.1.1.3 评价依据

《农村电力网规划设计导则》（DL/T5118—2000）第3.4.5条

3.4.5 由于农网规划的负荷预测等受一些不确定因素的影响，因此必须对农网规划进行滚动修正。远期规划宜每五年修订一次。当预测负荷有较大变动时，或城镇总体规划、电力系统规划进行调整或修改后，或电网技术有较大发展时，应对农网规划进行全面修正。

2.1.1.4 评价依据

【依据一】《农村电力网规划设计导则》（DL/T5118—2000）第3.1条、第3.2条

3.1 规划的编制原则

3.1.1 农村电力网是农村电气化和农业现代化的基础设施。农网规划是农村电气化和农业现代化规划的重要组成部分，也是电力发展规划的重要组成部分。农网规划相关内容应纳入当地发展规划。

3.1.2 农网规划与县城、村镇各项规划应相互紧密配合、协调并同步实施，以适应农业现代化的需要。

3.1.3 农网规划应与上级电网规划相互配合、协调。根据县内各阶段负荷预测和电力平衡状况向上级电网提出电源点布局及供电需求，以保证上级电网和农网之间合理衔接。

3.1.4 农网规划应从实际出发研究农网的总体发展，实事求是地调查农网现状，根据需求与可能，从改造现有农网入手，新建与改造相结合，近期与远期相结合。

3.1.5 农网的规划设计应能满足以下基本要求：

- 1 农网有足够的供电能力，能满足供电区域内各类用户负荷增长的需要；
- 2 因地制宜地合理确定电网的电压等级、接线方式和点线配置方案，使农网结构优化合理；
- 3 输电、变电、配电容量协调，无功电源配置适当，功率因数达到合理水平（ >0.9 ）；

- 4 供电可靠率不断提高；
- 5 优先采用新技术和性能完备、运行可靠、技术先进的新设备；
- 6 符合环境保护的要求，节约土地，少占农田。

3.2 规划的任务和内容

3.2.1 搜集以下各类资料：

- 1 综合资料，包括当地国民经济和社会发展等综合资料，各类用电、负荷基本资料，线损资料；
- 2 资源及动力资源状况；
- 3 电源状况；
- 4 农村电力网现状。

所搜集的资料应为负荷预测、电源规划、电网布局、规划评估及编制规划文件提供比较充分的依据，必要时宜进行实测和勘察。

3.2.2 进行负荷预测。

3.2.3 提出电源点建设要求和方案，提出网架发展方案。

3.2.4 确定调度、通信、自动化等的规模和要求。

3.2.5 确定规划期末的总体建设规模和分期建设的工程项目。

3.2.6 估算各规划期需要的投资，提出近期主要设备的数量。

3.2.7 估算近期规划期末将取得的经济效益和扩大供电能力以后取得的社会效益、经济效益。

3.2.8 绘制各规划期末的农网地理接线图，并附现状地理接线图。

3.2.9 编制规划报告文本。

【依据二】《国家电网公司系统县城电网建设与改造技术导则》（国家电网农〔2003〕35号）总则第4.1条～第4.5条

4.1 县城电网的建设与改造应满足县城国民经济、社会发展和人民生活的用电需求，并与县城建设相协调。

4.2 县城电网的建设与改造应统一规划，并与上级电网规划相衔接。县城电网规划宜满足 DL/T 5118《农村电力网规划设计导则》和 DL/T 5131《农村电网建设与改造技术导则》中较高的要求。县城电网中低压配电网规划宜参考 DL/T 599—1996《城市中低压配电网改造技术导则》的相关规定。

4.3 县城电网的建设与改造应遵循统一规划、分步实施因地制宜、适当超前的原则。

4.4 县城电网的建设与改造坚持安全可靠、经济实用、技术先进、减少维护的原则。积极采用适合国情的先进成熟的技术和设备，禁止使用国家明令淘汰及不合格的产品。

4.5 县城电网自动化及通信系统的建设应与县城电网的发展相适应，统筹规划，分步实施。

2.1.2 电网结构

2.1.2.1 接线方式

2.1.2.1 (1) 评价依据

《农村电网建设与改造技术导则》（DL/T5131—2001）第4.0.4条、第6条有关内容

4.0.4 条摘要：变电所配电变压器应设在负荷中心。

6 中压配电网摘要

6.0.1 农村配电变压器台区应按“小容量、密布点、短半径”的原则建设与改造，配电变压器应选用节能型。

6.0.2 变压器容量选择以现有负荷为基础，适当留有裕度。

6.0.6 城镇 10kV 配电网宜采用环网接线，开环运行；农村 10kV 配电网以单辐射式为主，较长的主干线或分支线应装设分段或分支开关设备。应推广使用自动重合器和自动分段器，并留有配电自动化的发展裕地。

6.0.8 负荷密度小的地区可采用单相变压器或单、三相混合供电方式。

2.1.2.1 (2) 评价依据

【依据一】 同 2.1.2.1 (1) 评价依据

【依据二】 《城市中低压配电网改造技术导则》(DL/T599—1996) 第 4.1 条

4.1 城市中压配电网应根据高压变电所布点、负荷密度和运行管理的需要划分成若干个相对独立的分区配电网。分区配电网应有较为明显的供电范围，一般不应交错重叠。分区的划分要随着情况的变化适时调整。

2.1.2.1 (3) 评价依据

【依据一】 《农村电力网规划设计导则》(DL/T5118—2000) 第 6.3.6 条

6.3.6 中压配电网宜采用放射干线式接线方式，经济发达地区的城镇也可以采用环式接线开环运行的接线方式。为了缩小 10kV 线路自身检修和事故的停电范围，10kV 线路干线上的适当地点、重要分支点宜装设分段开关。

【依据二】 《国家电网公司系统县城电网建设与改造技术导则》(国家电网农[2003] 35 号) 第 7.4 条

7.4 10kV 主干线路宜采用环网供电、开环运行接线方式，导线及设备应满足转移负荷的要求。

【依据三】 《城市中低压配电网改造技术导则》(DL/T599—1996) 第 4.7.1 条

4.7.1 城市中压架空配电网应采用环网布置，开环运行的结构。中压线路的主干线和较大的支线应装设分段开关，线路分段一般为三段。相邻变电所及同一变电所馈出的相邻线路之间应装设联络开关。

2.1.2.1 (4) 评价依据

同 2.1.2.1 (3) 【依据三】。

2.1.2.2 评价依据

【依据一】 《农村电力网规划设计导则》(DL/T5118—2000) 第 6.1.4 条

6.1.4 农网高压配电网的供电半径、传送的负荷矩不宜大于下列范围：

- 1 110kV 电网——120km, $2500 \times 10^3 \text{ kWkm}$;
- 2 66kV 电网——80km, $700 \times 10^3 \text{ kWkm}$;
- 3 35kV 电网——40km, $160 \times 10^3 \text{ kWkm}$ 。

【依据二】《农村电网建设与改造技术导则》(DL/T5131—2001) 第 4.0.4 条

4.0.4 变电所、配电变压器应设在负荷中心。110kV 线路长度不超过 120km, 66kV 线路长度不超过 80km, 35kV 线路长度不超过 40km。

中低压配电线路供电半径宜满足下列要求：10kV 不超过 15km, 380/220V 不超过 0.5km；在保证电压质量的前提下，负荷或用电量较小的地区，供电半径可适当延长。

2.1.2.3 评价依据

【依据一】《城市中低压配电网改造技术导则》(DL/T599—1996) 第 4.4 条

4.4 架空线路的正常运行负荷电流一般应控制在其安全电流的 2/3 以下，超过时应采取分路措施。电缆线路的正常运行负荷电流应根据其在电网中的地位留有适当的裕度。

【依据二】《农村电网建设与改造技术导则》(DL/T5131—2001) 第 4.0.10 条

4.0.10 容载比宜达到下列要求：

- 1 35kV ~ 110kV 变电所取 1.8 ~ 2.5（以农村照明和排灌负荷为主的变电所应取下限值）；
- 2 农村配电变压器取 1.5 ~ 2.0。

2.1.2.4 评价依据

《农村电力网规划设计导则》(DL/T5118—2000) 第 6.5 条

6.5 农村电力网中性点运行方式

6.5.1 高压、中压农网中性点运行方式一般规定如下：

- 1 110kV 电网直接接地（必要时也可经消弧线圈或电阻接地）；
- 2 66kV、35kV 及 10kV 高中压配电网不接地或经消弧线圈接地，县城 10kV 电缆线路较长、系统对地电容电流较大时，也可经电阻接地。

6.5.2 低压农网中性点运行方式如下：

- 1 380V/220V 低压配电网直接接地；
- 2 380V 三线制低压配电网不接地或经高阻抗接地；
- 3 440V/220V 单相低压配电网直接接地。

2.1.3 供电可靠性

2.1.3.1 评价依据

【依据一】《农村电网建设与改造技术导则》(DL/T5131—2001) 第 5.0.5 条

5.0.5 新建和改建变电所主变压器应采用节能型有载调压变压器。主变压器应按两台同容量设计，或采取不同容量的组合方案，可根据负荷增长需要分期实施。

【依据二】《国家电网公司系统县城电网建设与改造技术导则》（国家电网农〔2003〕35号）第6.7条

6.7 新建变电所宜按不少于两台主变压器设计。变电所主变压器应采用有载调压节能型变压器。

【依据三】《35~110kV变电所设计规范》（GB50059—1992）第3.1.2、3.1.3条

第3.1.2条 在有一、二级负荷的变电所中宜装设两台主变压器，当技术经济比较合理时，可装设两台以上主变压器。如变电所可由中、低压侧电力网取得足够容量的备用电源时，可装设一台主变压器。

第3.1.3条 装有两台及以上主变压器的变电所，当断开一台时，其余主变压器的容量不应小于60%的全部负荷，并应保证用户的一、二级负荷。

2.1.3.2 评价依据

【依据一】《农村电力网规划设计导则》（DL/T5118—2000）第6.2.2条

6.2.2 发达地区农网中重要的110kV变电所或35kV、66kV变电所可采用供电安全 $N-1$ 准则，即

- 1 变电所应设两台及以上变压器，并由两条回路供电。
- 2 该变电所失去一回进线或一台降压变压器时，应保证向下一级配电网供电。

【依据二】《国家电网公司系统县城电网建设与改造技术导则》（国家电网农〔2003〕35号）第6.1条、第6.4条

6.1 县城高压配电网逐步建设主网架为单回线环网结构，至少有两座35kV及以上电压等级变电所供电的电网，宜满足供电安全 $N-1$ 准则。

6.4 变电所建筑设计应与环境协调，符合安全、经济、美观、节约占地的原则。

2.1.3.3 评价依据

【依据一】《城市中低压配电网改造技术导则》（DL/T599—1996）第8.2条

8.2 双电源或多电源的用户，各电源之间应有可靠的机械或电气连锁，任何情况下不得向电网反送电。

【依据二】《农村电力网规划设计导则》（DL/T5118—2000）第9部分

9 特种用户的供电技术要求

特种用户的供电技术要求，按《城市电力网规划设计导则》的规定执行。

【依据三】《供电营业规则》电力工业部令第8号第十一条、第六十一条、第九十一条

第十一条 用户重要负荷的保安电源，可由供电企业提供，也可由用户自备。遇有下列情况之一者，保安电源应由用户自备：

1. 在电力系统瓦解或不可抗力造成供电中断时，仍需保证供电的；
2. 略。

第六十一条 多路电源供电的用户应加装连锁装置或按照供用双方签订的协议进行调度操作。

第九十一条 用户自备电厂应自发自供厂区内的用电,不得将自备电厂的电力向厂外供电。

2.1.4 电压监控

2.1.4.1 评价依据

《国家电力公司农村电网电压质量和无功电力管理办法(试行)》(农电[2001]45号)第

4.4.3 条

4.4.3 县电力公司供电综合电压合格率

$$V = 0.5A + 0.5(B + C + D)/N$$

式中 A——A类电压监测点变电所10kV母线电压合格率,

$$A = \frac{1 - \sum_1^n \text{电压监测点电压超出偏差时间 (min)}}{\sum_1^n \text{电压监测点运行时间 (min)}} \times 100\%$$

B——B类电压监测点35kV及以上专线用户电压合格率,其计算方法同A;

C——C类电压监测点35kV非专线用户及10kV用户电压合格率,其计算方法同A;

D——D类电压监测点380/220V低压用户电压合格率,其计算方法同A;

n——监测点的个数;

N——B、C、D类别数。

2.1.4.2 评价依据

《农村电网建设与改造技术导则》(DL/T5131—2001)第4.0.9条

4.0.9 供电电压:

1 电压允许偏差值应符合GB12325的要求,即:

220V为+7%~ -10%;

380V为+7%~ -7%;

10kV为+7%~ -7%;

35kV为正负偏差绝对值之和小于10%;

66kV为正负偏差绝对值之和小于10%;

110kV为正负偏差绝对值之和小于10%。

2 供电电压合格率符合DL407的要求,不应低于90%。

2.1.5 无功补偿

[说明] 2.1.5.1条依据:DL/T 5118—2000第3.1.5条3款(见2.1.1.4条依据一),6.6.1条及本条依据二10.1条,依据三9.0.1条;

2.1.5.2条依据:DL/T 5118—2000第6.6.5条(见本条依据一);(国电农[2003]35号第10.2条(见本条依据二);

DL/T5131—2001第9.0.2条(见本条依据三)。

- 2.1.5.3 条依据：本条依据二第 10.4 条，依据三 9.0.4、9.0.5 条；
 2.1.5.4 条依据：本条依据一第 6.6.2 条、6.6.3 条，依据二第 10.5 条；
 2.1.5.5 条依据：本条依据一第 6.6.4 条，依据二第 10.3 条，依据三第 9.0.3 条。

【依据一】《农村电力网规划设计导则》(DL/T5118—2000) 第 6.6 条

6.6 农网无功补偿

6.6.1 农网无功补偿应根据就地平衡的原则，采用集中补偿与分散补偿相结合的方式进行配置。

6.6.2 低压电动机或车间电动机群的无功补偿容量宜按补偿电动机的空载无功功率或将功率因数提高到 0.9 以上来确定。当用户电动机、并联电容器的年运行小时大于表 6.6.2 所列数值时，对电动机进行无功补偿在经济上是适宜的。

表 6.6.2 并联电容器的年经济最小运行小时数

并联电容器容量 kvar	3 ~ 5	5 ~ 8	8 ~ 11	> 11
电容器最小运行小时 h	3000 ~ 1500	1500 ~ 1000	1000 ~ 600	600

6.6.3 配电变压器低压侧的补偿容量除补偿变压器自身需要的无功功率外，还应补偿提高低压电网功率因数所需要的无功功率。电容器组无自动投切装置时，仅补偿配电变压器空载无功功率。

变压器自身需要补偿的容量近似用下式计算：

$$Q_1 = (S^2 \times U_k \% / S_n^2 \times 100 + I_0 \% / 100) S_n \quad (6.6.3-1)$$

式中 Q_1 ——变压器自身需要补偿的容量 (kvar)；

S ——变压器视在负荷功率 (kVA)；

S_n ——变压器额定容量 (kVA)；

$U_k \%$ ——变压器阻抗百分值；

$I_0 \%$ ——变压器空载电流百分值。

供电负荷需要补偿的容量用下式计算：

$$Q_2 = P_{\max} (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) \quad (6.6.3-2)$$

式中 Q_2 ——供电负荷需要补偿的容量 (kvar)；

$P_{\max}$ ——配电变压器的最大负荷功率 (kW)；

φ_1 、 φ_2 ——补偿前、补偿后的功率因数角。

6.6.4 采取 6.6.2 及 6.6.3 的补偿后，在高峰负荷时宜使配电变压器高压侧的功率因数达到 0.9 以上。当配电变压器低压侧集中补偿容量较高时，为防止在低谷负荷出现过补偿，宜装设电容器自动投切装置。经验算不会出现过补偿现象，或配电变压器低压侧补偿容量不超过变压器额定容量的 10% ~ 15% (低谷负荷时如 $\cos \varphi < 0.8$ ，取高限) 时，可不设电容器自动投切装置。

6.6.5 农网 35kV ~ 110kV 变电所低压侧的补偿容量，仅补偿主变压器自身所需的无功功率，以不超过变压器容量的 15% 为宜。

【依据二】《国家电网公司系统县城电网建设与改造技术导则》(国家电网农[2003]35号)
第10部分

10 无功补偿

10.1 县城电网中无功补偿应根据就地平衡的原则,采取分散补偿和集中补偿相结合的方式。

10.2 变电所应合理配置无功补偿电容器,其容量宜按主变压器容量的10%~15%确定,宜采用集合式或干式电容器。

10.3 无功补偿装置要充分考虑无功电压综合控制的发展趋势,宜采用具有功率因数和电压综合控制的自动装置。

10.4 容量在100kVA及以上的配电变压器宜采用无功自动补偿装置。

10.5 配电变压器应在低压侧安装无功补偿电容器,其容量宜按配电变压器容量的7%~10%确定,配电台区功率因数宜不小于0.9。

【依据三】《农村电网建设与改造技术导则》(DL/T5131—2001)第9部分

9 无功补偿

9.0.1 农网无功补偿,坚持“全面规划、合理布局、分级补偿、就地平衡”及“集中补偿与分散补偿相结合,以分散补偿为主;高压补偿与低压补偿相结合,以低压补偿为主;调压与降损相结合,以降损为主”的原则。

9.0.2 变电所应安装并联补偿电容器,补偿容量宜按主变压器容量的10%~15%配置。

9.0.3 积极采用性能可靠,技术先进的集合式、自愈式电容器,适当采用微机监测和自动投切无功装置。

9.0.4 配电变压器的无功补偿,可按配电变压器容量的10%配置。容量在100kVA及以上的配电变压器宜采用无功自动补偿装置。

9.0.5 10kV线路无功补偿电容器不应与配电变压器同台架设。

2.1.6 低频减载

2.1.6.1 评价依据

《电力系统自动低频减载负荷技术规定》(DL428—1991)第1.3条、1.4条

1.3 电力系统的自动低频减负荷方案,应由系统调度部门负责制定并监督其执行,调度部门应定期和当系统条件有重大变动时,对其进行重新审定。为了累积经验,需要做好每次重大有功功率缺额事件或事故后的分析总结工作。

1.4 各级供电部门应负责按方案要求具体实施。自动低频减负荷装置的数量需随系统电源投产容量的增加而相应地增加。

2.1.6.2 评价依据

《电力系统自动低频减载负荷技术规定》(DL428—1991)第4章

4 自动低频减负荷装置的配置与整定

4.1 系统有功功率缺额情况用K值表示,即

$$K = \frac{\text{负荷容量} - \text{留下的发电容量}}{\text{留下的发电容量}} \quad (5)$$

随系统条件不同，可能的最大 K 值各异。

4.2 对于大机组小系统和某些形成孤立网的情况，可能的最大 K 值很大，此时，宜考虑采用连锁切相适应大容量集中负荷的办法，以防止在频率快速下降的同时，出现电压快速下降而发生电压崩溃的恶果。

4.5 自动低频减负荷装置的轮数、各轮的启动频率值及人为附加动作延时以及各轮所切负荷份额的选定及分配，需要按不同系统的不同情况进行综合协调。

4.6 系统中设置的自动低频减负荷装置的基本轮轮数（快速动作的）可为 3~8 轮，另设长延时的特殊轮。

4.7 推荐采用反应装设母线电压频率绝对值的继电器作为自动低频减负荷装置的启动元件。

4.8 提高最高一轮的频率启动值，有利于抑制系统频率下降深度，但为适应前述第 2.3 条的要求，一般也以不超过约 49.1Hz 为宜。

4.9 为抑制系统频率下降，最高几轮的启动元件最好采用性能优良的数字型频率继电器。

4.10 各轮间的启动频率差别愈小，延时愈短，愈有利于抑止系统频率下降，但也愈易发生负荷过切而引起频率恢复时的超调，特别是对于可能出现严重有功功率缺额而又不允许系统频率短时下降较低（为了与大机组低频保护配合）的系统，显得特别突出；而为使自动低频减负荷装置的动作基本反映平均频率的变化，对每轮装置的动作设定一定的人为延时也是必要的；此外，对于最高一轮，用短延时躲过因短路等引起的系统频率暂态波动，在系统的某些点上也可能有必要。

为了协调矛盾，最高轮级间的启动频率差可选得较小，按选用数字型频率继电器考虑，例如可取为 0.2Hz，人为延时可为 0.2s，以快速抑止频率下降；最后几轮间的启动频率差可略大，人为延时也可略长，防止负荷过切。

4.11 附加的长延时特殊轮的启动频率可以与基本轮重复，其附加延时可选为 10~20s。

4.12 每轮切负荷的份额及其分配，需考虑同时适应处于主电网内或可能形成孤立网时的不同情况，原则上力求按负荷重要性的顺序轮流切除。次要的先切，较重要的后切，如果系统中有按合同的“可切负荷”，则应最先切除。如果切除热电厂供热的负荷，需注意分析是否可能更多地影响热电厂的电功率输出。

为了抑制频率下降的深度，对最高几轮分配给较大份额的切负荷量可能较好。

为了计及实际存在的可能误差（例如，系统中某些点实际切负荷的量小于安排的量，某个减负荷装置因各种原因拒绝动作等），由调度命令实际安排执行的每轮切负荷量，宜较整定方案规定的总量略大一些。

4.13 按第 3.1 条规定校核各种可能有功功率缺额情况下自动减负荷装置的动作行为和系统频率恢复过程，协调确定各轮的启动频率、所带延时及所切负荷份额的最终整定值。

2.1.6.3 评价依据

《电力系统自动低频减载负荷技术规定》（DL428—1991）第 1.5 条

1.5 事故手动低频减负荷是自动减负荷的必要补充，当电源容量恢复后，应逐步地手

动或自动地恢复被切负荷。与此有关内容均需在相应的调度运行规程中予以明确规定。

2.2 变电一次设备

2.2.1 主变压器

2.2.1.1 (1) 评价依据

《电力变压器运行规程》(DL/T572—1995)第3.1.5、4.1.3、6.1.5条

3.1.5 变压器冷却装置的安装应符合以下要求：

- a. 按制造厂的规定安装全部冷却装置；
- b. 风扇附属电动机应有过负载、短路及断相保护。

4.1.3 油浸式变压器顶层油温一般不超过表1的规定（制造厂有规定的按制造厂规定）。当冷却介质温度较低时，顶层油温也相应降低。自然循环冷却变压器的顶层油温一般不宜经常超过85℃。

表1 油浸式变压器顶层油温一般规定值

冷却方式	自然循环自冷、风冷	强迫油循环风冷	强迫油循环水冷
冷却介质最高温度（℃）	40	40	30
最高顶层油温（℃）	95	85	70

经改进结构或改变冷却方式的变压器，必要时应通过温升试验确定其负载能力。

6.1.5 变压器油温升高超过制造厂规定或表1规定值时，值班人员应按以下步骤检查处理：

- a. 检查变压器的负载和冷却介质的温度，并与在同一负载和冷却介质温度下正常的温度核对；
- b. 核对温度测量装置；
- c. 检查变压器冷却装置或变压器室的通风情况。

若温度升高的原因是由于冷却系统的故障，且在运行中无法修理者，应将变压器停运修理；若不能立即停运修理，则值班人员应按现场规程的规定调整变压器的负载至允许运行温度下的相应容量。

在正常负载和冷却条件下，变压器温度不正常并不断上升，且经检查证明温度指示正确，则认为变压器已发生内部故障，应立即将变压器停运。

变压器在各种超额定电流方式下运行，若顶层油温超过105℃时，应立即降低负载。

2.2.1.1 (2) 评价依据

《电力变压器第二部分温升》(GB1094.2—1985)第2.1条表3。

表3 油浸式变压器的温升限值

部 分	温 升 限 值 (K)
线圈 绝缘的耐热等级为 A（用电阻法测量的平均温升）	65°

续表

部 分	温 升 限 值 (K)
顶层油 (用温度计测量的温升)	55°
铁芯本体 油箱及结构件表面	应是使相邻绝缘材料不致损伤的温度 80

注 浸有不燃性合成绝缘液体且所用绝缘材料的耐热等级不是 A 级的变压器, 其温升可以增加。在同心式线圈并且铁心和线圈均为轴向排列的某些类型的变压器中, 两个或多个线圈可以上下排列。如这些线圈完全相同, 则它们的温升的算术平均值不应超过表 3 所列的温升限值; 如这些线圈不完全相同时, 则对每一个线圈的轴向尺寸应加以考虑。

* 线圈的温升限值 (用电阻法测量的) 是这样选定的, 使之对于不同循环种类都能得到同样的最热点温升。通常, 线圈的最热点温升不能直接测量。对于强迫导向油循环的变压器, 其线圈最热点温升与其平均温升之差比自然循环或强迫循环非导向的变压器为小。因此, 强迫导向油循环的变压器线圈的冷却效果确经验证时, 其温升限值 (用电阻法测量的) 可较其他变压器高 5K。验证方法须经制造厂与使用部门协商确定。

** 6300kVA 及以下的密封式变压器的顶层油温升限值允许为 60K。

2.2.1.1 (3) 评价依据

【依据一】《电力变压器运行规程》(DL/T572—1995) 第 3.1.6 条、第 5.1.5 条 h

3.1.6 变压器应按下列规定装设温度测量装置:

a. 应有测量顶层油温的温度计 (柱上变压器可不装), 无人值班变电站内的变压器应装设指示顶层油温最高值的温度计;

b. 1000kVA 及以上的油浸式变压器、800kVA 及以上的油浸式和 630kVA 及以上的干式厂用变压器, 应将信号温度计接远方信号;

c. 8000kVA 及以上的变压器应装有远方测温装置;

d. 强油循环水冷却的变压器应在冷却器进出口分别装设测温装置;

e. 测温时, 温度计管座内应充有变压器油;

f. 干式变压器应按制造厂的规定, 装设温度测量装置。

5.1.5 h. 各种温度计应在检定周期内, 超温信号应正确可靠。

【依据二】《防止电力生产重大事故二十五项重点要求》(国电发[2000]589号)十、第 4 条

4 为防止油温过高引起变压器绝缘劣化或发生事故, 应投变压器冷却电源中断的保护装置; 31500kVA 及以上变压器应装设上层油温遥测装置并加强监视。

【依据三】《预防 110~500kV 变压器事故措施》(1990 年能源部变压器、互感器专业工作会议文件, 以下简称《变反措》)一、第 4.1 条

4.1 合理控制运行中的顶层油温升, 特别是对强油循环的变压器。根据变压器的顶层油温升控制超铭牌运行时, 除应符合变压器运行规程或负荷导则的规定以外, 还应考虑同类变压器的实际运行经验。对各种温度计要定期校验, 超温信号要准确可靠。

2.2.1.1 (4) 评价依据

《电力变压器运行规程》(DL/T572—1995) 第 5.1.4 条 g

g. 引线接头、电缆、母线应无发热迹象

2.2.1.1 (5) 评价依据

《电力变压器运行规程》(DL/T572—1995) 第 5.1.4 条 a、b

a. 变压器的油温和温度计应正常, 储油柜的油位应与温度相对应, 各部位无渗油、漏油;

b. 套管油位应正常, 套管外部无破损裂纹、无严重油污、无放电痕迹及其他异常现象。

2.2.1.1 (6) 评价依据

《电力变压器运行规程》(DL/T572—1995) 第 5.1.4 条 b、c

b. 同 2.2.1.1 (5) 评价依据。

c. 变压器音响正常。

2.2.1.1 (7) 评价依据

【依据一】《电力设备预防性试验规程》(DL/T596—1996) 第 6.1 ~ 6.5 条、9.1 ~ 9.2 条、13.1 条

6.1 电力变压器及电抗器的试验项目、周期和要求见表 5。

表 5 电力变压器及电抗器的试验项目、周期和要求

序号	项 目	周 期	要 求	说 明
1	油中溶解气体色谱分析	1) 220kV 及以上的所有变压器、容量 120MVA 及以上的发电厂主变压器和 330kV 及以上的电抗器在投运后的 4、10、30 天 (500kV 设备还应增加 1 次在投运后 1 天); 2) 运行中: a) 330kV 及以上变压器和电抗器为 3 个月; b) 220kV 变压器为 6 个月; c) 120MVA 及以上的发电厂主变压器为 6 个月; d) 其余 8MVA 及以上的变压器为 1 年; e) 8MVA 以下的油浸式变压器自行规定; 3) 大修后; 4) 必要时	1) 运行设备的油中 H_2 与烃类气体含量 (体积分数) 超过下列任何一项值时应引起注意: 总烃含量大于 150×10^{-6} H_2 含量大于 150×10^{-6} C_2H_2 含量大于 5×10^{-6} (500kV 变压器为 1×10^{-6}); 2) 烃类气体总和的产气速率大于 0.25ml/h (开放式) 和 0.5ml/h (密封式), 或相对产气速率大于 10%/月则认为设备有异常; 3) 对 330kV 及以上的电抗器, 当出现恒量 (小于 5×10^{-6}) 乙炔时也应引起注意; 如气体分析虽已出现异常, 但判断不至于危及绕组和铁芯安全时, 可在超过注意值较大的情况下运行	1) 总烃包括: CH_4、C_2H_6、C_2H_4 和 C_2H_2 四种气体; 2) 溶解气体组分含量有增长趋势时, 可结合产气速率判断, 必要时缩短周期进行追踪分析; 3) 总烃含量低的设备不宜采用相对产气速率进行判断; 4) 新投运的变压器应有投运前的测试数据; 5) 测试周期中 1) 项的规定适用于大修后的变压器
2	绕组直流电阻	1) 1 ~ 3 年或自行规定; 2) 无励磁调压变压器变换分接位置后; 3) 有载调压变压器的分接开关检修后 (在所有	1) 1.6MVA 以上变压器, 各相绕组电阻相互间的差别不应大于三相平均值的 2%, 中性点引出的绕组, 线间差别不应大于三相平均值的 1%; 2) 1.6MVA 及以下的变压器, 相间差别一般不大于三相平均值的 4%, 线间差别一般	1) 如电阻相间差在出厂时超过规定制造厂已说明了这种偏差的原因, 按表中 3) 项执行; 2) 不同温度下的电阻值按下式换算