

## 摘要1

### 1引言与范围5

### 2电压暂降的描述7

#### 2.1引言7

#### 2.2电压暂降的测量7

#### 2.3典型电压暂降8

#### 2.4现有电压暂降描述方法9

#### 2.5电压暂降可选择的描述方法10

##### 2.5.1过渡段与事件段10

##### 2.5.2电压暂降的一般描述11

#### 2.6不同类型的电压暂降11

##### 2.6.1事件前段11

##### 2.6.2包含一个过渡段的暂降事件12

##### 2.6.3包含两个过渡段的暂降事件13

##### 2.6.4故障引起的暂降的电压恢复段13

##### 2.6.5包含两个以上过渡段的暂降事件15

##### 2.6.6电压暂升18

##### 2.6.7电压暂降与中断的组合19

##### 2.6.8多重暂降事件20

##### 2.6.9相对长持续时间的事件21

##### 2.6.10短时中断21

#### 2.7事件段的特征22

##### 2.7.1电压暂降持续时间23

##### 2.7.2电压暂降幅值23

##### 2.7.3相位角24

##### 2.7.4三相不平衡24

##### 2.7.5波形畸变25

#### 2.8过渡段特征25

##### 2.8.1波形点 (point-on-wave) 25

##### 2.8.2电压变化率25

##### 2.8.3阻尼振荡26

##### 2.8.4多级暂降的开始和结束27

#### 2.9在电网内传播过程中暂降特征的变化29

##### 2.9.1变压器绕组连接引起的事件段的变化29

2.9.2	由电动机负荷和发电机引起的事件段变化	31
2.9.3	过渡段内的变化	31
2.10	电压暂降特征量的总结	32
2.11	参考文献	33
附录2A	三相系统电压暂降分类	35
附录2B	根据测量提取电压暂降类型	39
3	设备与过程电压暂降免疫力评估	42
3.1	引言	42
3.2	设备免疫力	42
3.2.1	接触器	43
3.2.2	直接连接感应电机	46
3.2.3	可调速驱动装置ASD (adjustable speed drives)	48
3.2.4	晶闸管控制装置	55
3.2.5	可编程逻辑控制器	56
3.2.6	个人计算机	59
3.2.7	配电系统与设备	61
3.3	过程免疫力	61
3.3.1	引言	61
3.3.2	过程属性	62
3.3.3	过程免疫时间概念	63
3.3.4	采用过程中断事件选择适当的抑制策略	65
3.3.5	PIT过程中集成暂降水平	67
3.3.6	评估设备特性的流程图	67
3.3.7	例1——制药厂HVAC系统	68
3.3.8	例2——空气压缩机冷却塔系统	70
3.4	结论	72
3.5	参考文献	72
4	设备免疫力性能与符合性测试	76
4.1	引言	76
4.2	电压暂降特征	76
4.3	设备免疫力性能测试	76
4.3.1	电压暂降免疫力性能测试目的	77
4.3.2	电压耐受曲线 (VTC)	77
4.3.3	绘制电压耐受曲线所需信息	78

- 4.3.4 电压耐受曲线的局限性79
- 4.3.5 其他的电压暂降特征79
- 4.3.6 多重暂降事件79
- 4.4 单相设备暂降免疫力性能测试80
- 4.5 三相设备暂降免疫力性能测试80
  - 4.5.1 电压耐受曲线80
  - 4.5.2 三相设备性能测试的暂降类型80
  - 4.5.3 刻画第 I 类暂降响应的测试向量81
  - 4.5.4 刻画第 II 类暂降特征响应的测试向量82
  - 4.5.5 刻画三相设备对第 III 类暂降响应特性的测试向量83
- 4.6 设备电压暂降免疫力性能测试的总结83
  - 4.6.1 单相设备83
  - 4.6.2 三相设备83
- 4.7 设备电压暂降免疫力符合性测试84
  - 4.7.1 单相设备电压暂降免疫力符合性测试84
  - 4.7.2 三相设备电压暂降免疫力符合性测试84
  - 4.7.3 现有 IEC 暂降符合性标准84
- 4.8 结论85
- 4.9 参考文献86
- 附录4A 相位跳变和电压暂降免疫力测试87
- 附录4B 三相设备电压暂降免疫力测试90
- 5 电压暂降免疫力的经济性93
  - 5.1 引言93
  - 5.2 设定暂降免疫力要求所需的数据93
  - 5.3 电压暂降频次与特征93
  - 5.4 根据设备故障或失效得到的经济损失94
    - 5.4.1 设备故障或失效94
    - 5.4.2 设备故障的经济后果95
  - 5.5 提升设备电压暂降免疫力的成本100
  - 5.6 单台设备缓解方案的选择100
  - 5.7 建立电压暂降免疫力水平标准101
    - 5.7.1 现有标准101
    - 5.7.2 电压暂降免疫力水平在标准中的经济权衡102
    - 5.7.3 标准化选择暂降免疫力水平102

- 5.8总结103
- 5.9参考文献103
- 6统计106
- 6.1数据收集106
  - 6.1.1调查范围106
  - 6.1.2相间（线）或相对中性点（相）电压的争论107
  - 6.1.3监测数据的适用性107
  - 6.1.4监测数据的局限性107
- 6.2每个数据源的主要特征108
  - 6.2.1西班牙电网公司——恩德萨（ENDESA）108
  - 6.2.2葡萄牙电网公司——EDP108
  - 6.2.3南非电网公司——艾斯康（ESKOM）108
  - 6.2.4英国电网公司——苏格兰电力（Scottish Power）108
  - 6.2.5加拿大电网公司——魁北克水电公司（Hydro-Quebec）108
  - 6.2.6美国公司——国际商用机器公司（IBM）109
- 6.3算法109
  - 6.3.1相对地RMS电压转换为相间RMS电压[p2n2p]109
  - 6.3.2按照第 I、II、III类进行暂降分类112
  - 6.3.3与IEC标准测试向量比较112
- 6.4统计图表114
- 6.5高压和中压节点115
  - 6.5.1高压/中压95%最佳节点等高线图，“许多（MANY）”范围115
  - 6.5.2高压/中压90%最佳节点等高线图，“许多（MANY）”范围120
  - 6.5.3高压/中压75%最佳节点等高线图，“许多（MANY）”范围125
  - 6.5.4高压/中压50%最佳节点等高线图，“许多（MANY）”范围130
  - 6.5.5高压/中压25%最佳节点等高线图，“许多（MANY）”范围135
- 6.6低压节点140
  - 6.6.1低压95%最佳节点等高线图，“所有（ALL）”范围141
  - 6.6.2低压90%最佳节点等高线图，“所有（ALL）”范围141
  - 6.6.3低压75%最佳节点等高线图，“所有（ALL）”范围142
  - 6.6.4低压50%最佳节点等高线图，“所有（ALL）”范围142
  - 6.6.5低压25%最佳节点等高线图，“所有（ALL）”范围143
  - 6.6.6低压95%最佳节点等高线图，“许多（MANY）”范围144
  - 6.6.7低压90%最佳节点等高线图，“许多（MANY）”范围145

6.6.8	低压75%最佳节点等高线图，“许多（MANY）”范围	147
6.6.9	低压50%最佳节点等高线图，“许多（MANY）”范围	149
6.6.10	低压25%最佳节点等高线图，“许多（MANY）”范围	151
6.7	从数据库得到的结论	153
6.8	对矩形暂降的分析	155
6.9	参考文献	156
7	电压暂降免疫力分类与应用	158
7.1	引言	158
7.2	设备电压暂降免疫力和设备性能分类：电压暂降免疫力标签	159
7.2.1	设备电压暂降免疫力分类	160
7.2.2	电压暂降免疫力等级选择的讨论	162
7.2.3	解释电压暂降统计值、免疫力分级和设备跳闸次数	164
7.2.4	设备性能标准	166
7.2.5	电压暂降免疫力标签	166
7.2.6	设备的规定	167
7.2.7	制造商的电压暂降测试和文件要求	167
7.3	过程电压暂降免疫力评估与改进	167
7.3.1	第一步：分析接入点电压暂降水平与严重程度	167
7.3.2	第二步：过程性能要求	170
7.3.3	第三步：过程免疫力要求	171
7.3.4	第四步：过程免疫力时间（PIT）	172
7.3.5	第五步：设备应具有免疫力等级	173
7.3.6	第六步：设备或抑制装置/措施的选择	175
7.4	参考文献	175
附录7A	描述电压暂降统计特征的等高线图	177
附录7B	电压暂降免疫力标签的简单规定	181
附录7C	暂降免疫力评估与改进：连续工业过程的案例	186
附录7D	测试的文件要求	205
8	进一步研究的需要	207
8.1	第2章：电压暂降的描述	207
8.2	第3章：设备与过程电压暂降免疫力评估	207
8.3	第4章：设备免疫力特征与符合性测试	208
8.4	第5章：电压暂降免疫力的经济性	208
8.5	第6章：统计	209

8.6第7章：电压暂降免疫力分类与应用209

8.7其他电能质量扰动209

9结论210

9.1第2章：电压暂降的描述210

9.2第3章：设备与过程电压暂降免疫力评估210

9.3第4章：设备免疫力特征与符合性测试210

9.4第5章：电压暂降免疫力的经济性211

9.5第6章：统计211

9.6第7章：电压暂降免疫力分类与应用211

理想图书 <https://www.lxbook.org>