



# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1711 — 2017

---

## 电网短期和超短期负荷预测 技术规范

Technical specification for short term and ultra-short term  
load forecasting in power grid

2017-08-02 发布

2017-12-01 实施

---

国家能源局 发布



## 目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 系统负荷预测	3
4.1 预测范围	3
4.2 数据源	3
4.3 负荷数据修正	3
4.4 负荷分析	4
4.5 气象灵敏度分析	4
4.6 短期系统负荷预测	4
4.7 超短期系统负荷预测	5
5 母线负荷预测	5
5.1 预测范围	5
5.2 数据源	5
5.3 负荷数据修正	5
5.4 负荷分析	6
5.5 气象灵敏度分析	6
5.6 短期母线负荷预测	6
5.7 超短期母线负荷预测	7
5.8 虚拟母线负荷预测	7
6 预测结果评估	7
6.1 评估时刻负荷预测偏差率	7
6.2 日平均负荷预测准确率	8
6.3 月平均日负荷预测准确率	8
6.4 日最高（低）负荷预测准确率	8
6.5 月平均日最高（低）负荷预测准确率	9
6.6 评估时刻母线负荷预测合格率	9
6.7 日平均母线负荷预测合格率	9
6.8 月平均母线负荷预测合格率	10
附录 A（资料性附录） 数据处理、分析和负荷预测方法	11



## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国电网运行与控制标准化技术委员会（SAC/TC446）归口。

本标准主要起草单位：国家电网公司国家电力调度控制中心、国家电网公司华东分部、北京清软创新科技股份有限公司、国网江苏省电力公司、国网山东省电力公司、国网江西省电力公司、国网河北省电力公司、中国电力科学研究院、国电南瑞科技股份有限公司、中国南方电网电力调度控制中心。

本标准主要起草人：杨军峰、王斌、罗治强、陆建宇、刘拥军、金一丁、侯勇、刘梅、罗欣、廖晔、陈思、胡勇、李智、李小锐、曹欣、门德月、沈茂亚、邹精、郑晓雨、刘力华、胡朝阳、郑力、丁怡、李博、陈刚。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。



# 电网短期和超短期负荷预测技术规范

## 1 范围

本标准规定了电网短期和超短期系统有功负荷预测及母线有功负荷预测的基本技术要求。

本标准适用于有电网短期和超短期系统有功负荷预测及母线有功负荷预测任务的调度机构，以及相应产品的设计、研发、检测及运行。

## 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 27963—2011 人居环境气候舒适度评价

GB/T 30149 电网通用模型描述规范

GB/T 31464 电网运行准则

GB/T 33590.1—2017 智能电网调度控制系统技术规范 第1部分：总体架构

GB/T 33590.2—2017 智能电网调度控制系统技术规范 第2部分：术语

GB/T 33602—2017 电力系统通用服务协议

GB/T 33604—2017 电力系统简单服务接口规范

DL/T 516 电力调度自动化系统运行管理规程

DL/T 1170 电力调度工作流程描述规范

国家发展和改革委员会令（第14号）电力监控系统安全防护规定

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**系统负荷** **system load**

某时刻系统发、受电力的代数和。

### 3.2

**母线负荷** **bus load**

某时刻变电站母线统计关口与节点负荷，通常指主变压器供电区域的终端负荷的总和。

### 3.3

**历史控制负荷** **controlled historical load**

通过需求侧管理、拉闸限电等措施限制的负荷。

### 3.4

**短期负荷预测** **short term load forecasting**

主要为次日的负荷预测，可延伸到第8日，每日按照96点预测。

### 3.5

**超短期负荷预测** **ultra-short term load forecasting**

当前时刻的下一个15min（或5min、10min）的负荷预测。可以延伸到未来6h（以15min为间隔），也称为日内负荷预测。



3.6

**预测算法库 forecast algorithm library**

用某种数学模型来描述预测对象发展变化规律的方法，称为预测算法。将多种在技术路线上有明显区别的算法进行集合，构成预测算法库。

3.7

**综合模型预测 multiple model forecasting**

对多种单一算法预测结果进行组合优化的预测方法。

3.8

**虚拟预测 virtual forecasting**

对历史日负荷进行假定的负荷预测的过程。

3.9

**最高负荷 peak load**

在统计时间区间内，每 15min 时刻点对应负荷中的最大值。

3.10

**最低负荷 valley load**

在统计时间区间内，每 15min 时刻点对应负荷中的最小值。

3.11

**平均负荷 average load**

在统计时间区间内，每 15min 时刻点对应负荷的平均值。

3.12

**负荷率 load rate**

在统计时间区间内，平均负荷与最高负荷的比值。

3.13

**峰谷差 peak-valley load**

在统计时间区间内，最高负荷与最低负荷的差值。

3.14

**峰谷差率 peak-valley load rate**

在统计时间区间内，峰谷差与最高负荷的比值。

3.15

**气候舒适度 climatic comfortability**

健康人群在无需借助任何防寒、避暑装备和设施情况下，对气温、湿度、风速和日照等气候因子感觉的适宜程度。

[GB/T 27963—2011 定义 2.6]

3.16

**实感温度（有效温度） effective temperature**

描述人体在不同气温、湿度和风速条件下，所产生的热感觉指标。

3.17

**温湿指数 temperature humidity index**

描述人体对环境温度和湿度综合感受的指数。

[GB/T 27963—2011 定义 2.7]

3.18

**正常日 normal days**

一般工作日、休息日（周六、周日），但不包括节假日。



## 3.19

**节假日 festivals and holidays**

国家法定的重大节日或假日，包括农历节假日（春节、清明节、端午节、中秋节）和公历节假日（国庆、元旦、五一节）以及预测地区传统民俗节日（如藏历新年等）、特殊社会事件日等。

## 3.20

**相似日 similar days**

历史样本负荷日中与预测日在星期类型、环境、气象、农历节气、节假日等方面相似度较高的若干历史负荷日。

## 3.21

**虚拟母线 virtual bus**

通过对真实母线的组合构造出一条并不是以物理形式存在的母线，用以模拟小地区负荷变化情况。

## 3.22

**负荷平衡协调 load balance and coordination**

通过对系统负荷预测结果和母线负荷预测结果的调整，使扣除网损、厂用电和地方小电源等未建模小机组发电计划后的系统负荷预测与各母线负荷预测偏差在 5% 以内。

## 4 系统负荷预测

## 4.1 预测范围

系统负荷预测的范围可根据业务需要进行选择，包括区域电网负荷预测、省级电网负荷预测、地区电网负荷预测、分区电网负荷预测等。

## 4.2 数据源

## 4.2.1 系统负荷数据

来自智能电网调度控制系统的系统历史负荷和有关负荷控制系统的历史控制负荷等数据，应采用每日 96 点格式的负荷。系统之间的数据交换应满足 GB/T 33604—2017 的要求。

## 4.2.2 气象信息

来自气象部门的历史气象观测信息和数值气象预报信息等数据。

单一气象指标包括天气类型、温度、湿度、降水、日照、风力、风向、气压等信息；综合气象指标包括气候舒适度、实感温度、温湿指数等信息，可根据实际情况选用。气象信息可采用小时级或 15min 级的数据格式。

## 4.2.3 小电源信息

地方小水电、小火电、分布式风电、分布式光伏、生物质能发电、垃圾发电、小型燃机、余热发电等小电源，属于系统中的未建模小机组。该类电源的实时出力数据和发电计划信息，可根据实际情况，由各地、县调度部门收集，统筹处理。

## 4.3 负荷数据修正

## 4.3.1 负荷不良数据辨识修正

不良数据包括空数据点、零数据点、连续恒定值、异常阶跃值等。



系统负荷数据宜采用相似日曲线比对法进行不良数据辨识，宜采用线性插值法和指数平滑法进行不良数据修正。

#### 4.3.2 负荷数据还原修正

对自然灾害、电网事故、负荷管理等造成的用电负荷损失，应能够还原修正为自然发展状态下的用电需求。

### 4.4 负荷分析

#### 4.4.1 日、周、月及典型日主要负荷特性统计分析

主要包括最高负荷、最低负荷、平均负荷、负荷率、峰谷差、峰谷差率等分析，典型日包括最高负荷日、最低负荷日、最大峰谷差日、最小峰谷差日等。

#### 4.4.2 负荷变化特性分析

通过对负荷进行数据分解与成分分析，量化评估本地区不同时段负荷发展的变化特性。对若干连续日负荷曲线进行量化分析，形成负荷规律性上限与下限，可用于评估预测的可能精度范围。

负荷变化特性分析可采用频域分量法，将负荷时间序列分解为日周期分量、周周期分量、低频分量和高频分量。其中，日周期分量和周周期分量为规律性变化部分，低频分量和高频分量为随机性变化部分。

### 4.5 气象灵敏度分析

4.5.1 从数学上找出气象指标与负荷指标的最佳拟合函数，并对其中的待定参数做出最优的估计，给出相关程度的度量值，定量评估气象指标对负荷指标影响的灵敏程度。数据条件较好的情况下，可进行日照时间与光伏出力、降雨量与小水电出力、风速与风电出力之间的灵敏度分析，用于指导负荷预测。

4.5.2 气象指标分为单一气象指标和综合气象指标。单一气象指标主要包括日最高温度、日最低温度、日平均温度、日降雨量、日湿度、气压、风速、日照时间等；综合气象指标主要包括气候舒适度、实感温度、温湿指数等。

4.5.3 负荷指标主要包括日最高负荷、日最低负荷、日平均负荷等。

### 4.6 短期系统负荷预测

#### 4.6.1 正常日预测

4.6.1.1 应建立多种算法构成的预测算法库，可包含外推算法、回归算法等多种算法。

4.6.1.2 应根据地域和季节变化对算法参数进行适当调整。

4.6.1.3 应通过虚拟预测技术实现预测算法、预测算法参数、气象因素映射参数的自适应调整。当发生影响负荷的重要事件时，如大用户的投入、季节的交替等，应重新筛选算法。

4.6.1.4 应采用筛选出的若干种可行算法进行综合模型预测。

4.6.1.5 气象条件比较稳定的季节，宜考虑相似日因素，可采用点对点法、倍比平滑法、重叠曲线法、模糊聚类法、专家系统法等。

4.6.1.6 气象变化剧烈的季节，应综合各类气象指标，利用相似度概念寻找相似日展开预测，可采用模式识别法、相似度外推法、相关因素匹配法、人工神经网络法等。

4.6.1.7 应重视专家知识的积累，通过调整预测模型参数来干预预测过程或直接修正负荷预测结果。



#### 4.6.2 节假日预测

节假日预测应结合相似日因素，综合考虑自然增长率，宜采用点对点法、倍比平滑法、逐点增长率法等。

#### 4.7 超短期系统负荷预测

4.7.1 宜根据近期负荷曲线构造被预测时段曲线形状，根据最近若干时段的负荷变化趋势，滚动预测未来时段负荷。

应充分考虑近大远小原则，即负荷未来变化趋势更多取决于历史时段中近期负荷的发展规律，与远期负荷发展趋势相关性较弱。宜采用新息平滑法、负荷趋势法、最小二乘法等。

4.7.2 可根据实际情况，进行日内 6h 的滚动负荷预测。

### 5 母线负荷预测

#### 5.1 预测范围

母线负荷预测的范围可根据业务需要进行选择，包括省、地、县电网所辖变电站母线负荷预测。

#### 5.2 数据源

##### 5.2.1 系统负荷数据

来自智能电网调度控制系统的系统历史负荷及多种来源的系统预测负荷，来自有关负荷控制系统的历史控制负荷等数据，应采用每日 96 点格式的负荷。系统之间的数据交换应满足 GB/T 33604—2017 的要求。

##### 5.2.2 气象信息

单一气象指标和综合气象指标同 4.2.2 条。

从时间、海拔、地理范围等多个维度综合形成的微观数值气象预报信息可用于母线负荷预测。

##### 5.2.3 小电源信息

同 4.2.3 条。

##### 5.2.4 母线负荷模型

来自各级智能电网调度控制系统的电网母线负荷模型应满足 GB/T 30149 的要求。

##### 5.2.5 母线负荷数据

来自各级智能电网调度控制系统的母线历史负荷数据，应采用每日 96 点格式的负荷。

##### 5.2.6 停电计划、负荷转供方式等信息

来自各级智能电网调度控制系统的停电计划、负荷转供方式等信息，应采用每日 96 点格式的负荷。

#### 5.3 负荷数据修正

##### 5.3.1 负荷不良数据辨识修正

不良数据包括空数据点、零数据点、连续恒定值、异常阶跃值等。



母线负荷数据宜采用不良数据辨识法，通过粗辨识、特征提取、精细辨识和反馈调整四个环节进行不良数据的分析与辨识；宜根据特征曲线法对不良数据进行修正。

### 5.3.2 负荷数据还原修正

同 4.3.2 条。

## 5.4 负荷分析

### 5.4.1 日、周、月及典型日主要负荷特性统计分析

同 4.4.1 条。

### 5.4.2 负荷变化特性分析

同 4.4.2 条。

### 5.4.3 相关性分析

利用序列的相关性分析原理，以两条母线或母线与系统的一段实际负荷数据作为分析目标，计算两者之间及其各种特征值的相关系数，宜采用皮尔逊相关系数法。

#### 5.4.3.1 不同母线负荷相关性分析

主要包括负荷相关性、日最高负荷相关度、日最低负荷相关度、日平均负荷相关度及目标曲线相似度。

#### 5.4.3.2 母线与系统负荷相关性分析

主要包括平均分布因子、负荷相关性、日最高负荷相关度、日最低负荷相关度、日平均负荷相关度及目标曲线相似度。

## 5.5 气象灵敏度分析

同 4.5 条。

## 5.6 短期母线负荷预测

### 5.6.1 正常日预测

5.6.1.1 正常日预测分为初始预测、修正预测两个环节。初始预测环节根据母线负荷自身发展变化规律，选择合适算法进行预测。修正预测环节针对规律性母线负荷初始预测结果，考虑计划相关综合影响因素，对初始预测结果进行修正。

5.6.1.2 应在初始预测中建立多种算法构成的预测算法库，宜包含点对点法、倍比平滑法、重叠曲线法、一元线性回归法、分布因子法、线性外推法、频域分量法。

5.6.1.3 应根据地域、天气变化和社会经济的发展对算法参数进行适当调整。

5.6.1.4 宜采用筛选出的若干种可行算法进行综合模型预测。

5.6.1.5 应通过虚拟预测技术实现预测算法及其参数的自适应调整。

5.6.1.6 应在修正预测中采用计划相关因素对预测结果进行综合修正，包括设备停电与负荷转供因素修正，地方小电源等未建模小机组影响因素修正等。

5.6.1.7 应将母线负荷预测结果与系统负荷预测结果进行系统平衡协调，即各母线负荷预测结果之和应



与扣除网损、厂用电和未建模小机组发电计划后的系统负荷预测结果偏差控制在 5%以内。可使用综合网损率将逐点负荷偏差量根据各条母线占系统负荷比例情况进行分配，实现系统平衡协调。

5.6.1.8 宜通过网损率的滚动统计方式解决系统平衡协调过程中综合网损率的确定问题。

## 5.6.2 节假日预测

应结合相似日因素，综合考虑历年自然增长率进行预测，宜采用倍比平滑法。

## 5.7 超短期母线负荷预测

5.7.1 应根据日前预测曲线和当前负荷变化水平，考虑临近时刻点的负荷稳定性判断负荷平移量，滚动进行负荷预测。

预测过程中应充分考虑近大远小原则，宜采用新息负荷变换法。

预测过程中应充分考虑计划相关因素的综合影响，实现预测结果综合修正。

5.7.2 可根据实际情况，进行日内 6h 的滚动负荷预测。

## 5.8 虚拟母线负荷预测

5.8.1 针对实际预测需求，将若干条真实母线组合或拆分为虚拟母线，模拟出小地区负荷变化情况。

虚拟母线负荷由所有成员母线负荷统计得到。

5.8.2 虚拟母线可与真实母线一样参与所有分析和预测。

## 6 预测结果评估

### 6.1 评估时刻负荷预测偏差率

#### 6.1.1 评估时刻系统负荷预测偏差率

评估时刻系统负荷预测偏差率  $E_i$  的计算方法见式 (1)。

$$E_i = \frac{L_{i,f} - L_i}{L_i} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

$E_i$ ——时刻  $i$  的系统负荷预测偏差率，%；

$L_{i,f}$ ——时刻  $i$  的系统负荷预测值，MW；

$L_i$ ——时刻  $i$  的系统负荷实际值，MW。

#### 6.1.2 评估时刻母线负荷预测偏差率

评估时刻母线负荷预测偏差率  $E'_i$  的计算方法见式 (2)。

$$E'_i = \frac{L'_{i,f} - L'_i}{Q} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$E'_i$ ——时刻  $i$  的母线负荷预测偏差率，%；

$L'_{i,f}$ ——时刻  $i$  的母线负荷预测值，MW；

$L'_i$ ——时刻  $i$  的母线负荷实际值，MW；

$Q$ ——负荷基准值，MW，不同电压等级母线的负荷基准值由母线容量决定。



## 6.2 日平均负荷预测准确率

日平均负荷预测准确率  $A_d$  的计算方法见式 (3) 和式 (4)。

$$A_d = (1 - RMSE) \times 100\% \quad (3)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i'^2} \quad (4)$$

式中:

$A_d$ ——日平均负荷预测准确率, %;

$RMSE$ ——日负荷预测偏差率均方根;

$E_i'$ ——时刻  $i$  的负荷预测偏差率, %;

$n$ ——日负荷实际考核点数。

## 6.3 月平均日负荷预测准确率

月平均日负荷预测准确率  $A_m$  的计算方法见式 (5)。

$$A_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{d,i} \times 100\% \quad (5)$$

式中:

$A_m$ ——月平均日负荷预测准确率, %;

$A_{d,i}$ ——该月某日  $i$  的日平均负荷预测准确率, %;

$n$ ——月负荷实际评估天数, 由该月的日历天数减去免评估天数。

## 6.4 日最高(低)负荷预测准确率

### 6.4.1 日最高(低)系统负荷预测准确率

日最高(低)系统负荷预测准确率  $B_h$  ( $B_l$ ) 的计算方法见式 (6) 和式 (7)。

$$B_h = \left( 1 - \left| \frac{L_{h,f} - L_h}{L_h} \right| \right) \times 100\% \quad (6)$$

$$B_l = \left( 1 - \left| \frac{L_{l,f} - L_l}{L_l} \right| \right) \times 100\% \quad (7)$$

式中:

$B_h$ ——日最高系统负荷预测准确率, %;

$L_{h,f}$ ——日最高系统负荷预测值, MW;

$L_h$ ——日最高系统负荷实际值, MW;

$B_l$ ——日最低系统负荷预测准确率, %;

$L_{l,f}$ ——日最低系统负荷预测值, MW;

$L_l$ ——日最低系统负荷实际值, MW。

### 6.4.2 日最高(低)母线负荷预测准确率

日最高(低)母线负荷预测准确率  $B'_h$  ( $B'_l$ ) 的计算方法见式 (8) 和式 (9)。



$$B'_h = \left( 1 - \left| \frac{L'_{h,f} - L'_h}{Q'} \right| \right) \times 100\% \quad (8)$$

$$B'_l = \left( 1 - \left| \frac{L'_{l,f} - L'_l}{Q'} \right| \right) \times 100\% \quad (9)$$

式中:

$B'_h$  ——日最高母线负荷预测准确率, %;

$L'_{h,f}$  ——日最高母线负荷预测值, MW;

$L'_h$  ——日最高母线负荷实际值, MW;

$B'_l$  ——日最低母线负荷预测准确率, %;

$L'_{l,f}$  ——日最低母线负荷预测值, MW;

$L'_l$  ——日最低母线负荷实际值, MW;

$Q'$  ——负荷基准值, MW, 不同电压等级母线的负荷基准值由母线容量决定。

## 6.5 月平均日最高(低)负荷预测准确率

月平均日最高(低)负荷预测准确率  $A_{m,h(l)}$  的计算方法见式(10)。

$$A_{m,h(l)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_{h(l),i} \times 100\% \quad (10)$$

式中:

$A_{m,h(l)}$  ——月平均日最高(低)负荷预测准确率, %;

$B_{h(l),i}$  ——该月某日  $i$  的最高(低)平均负荷预测准确率, %;

$n$  ——月实际负荷评估天数, 由该月的日历天数减去免评估天数。

## 6.6 评估时刻母线负荷预测合格率

评估时刻母线负荷预测合格率  $Q_i$  的计算方法见式(11)。

$$Q_i = \frac{N_q}{N_s} \times 100\% \quad (11)$$

式中:

$Q_i$  ——时刻  $i$  母线负荷预测合格率, %;

$N_q$  ——母线负荷预测合格数;

$N_s$  ——母线负荷总数。

## 6.7 日平均母线负荷预测合格率

日平均母线负荷预测合格率  $Q_d$  的计算方法见式(12)。

$$Q_d = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} \times 100\% \quad (12)$$

式中:

$Q_d$  ——日平均母线负荷预测合格率, %;

$Q_i$  ——时刻  $i$  的母线负荷预测合格率, %;

$n$  ——日母线负荷实际考核点数。



## 6.8 月平均母线负荷预测合格率

月平均母线负荷预测合格率  $Q_m$  的计算方法见式 (13)。

$$Q_m = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{d,i}}{n} \times 100\% \quad (13)$$

式中：

$Q_m$ ——月平均母线负荷预测合格率，%；

$Q_{d,i}$ ——该月某日  $i$  平均母线负荷预测合格率，%；

$n$ ——月实际母线负荷评估天数，由该月的日历天数减去免评估天数。



## 附录 A

(资料性附录)

## 数据处理、分析和负荷预测方法

短期和超短期负荷预测过程中，涉及数据处理、分析及负荷预测等环节，有关数据处理、分析和负荷预测方法见表 A.1。

表 A.1 数据处理、分析和负荷预测方法

序号	类 别	方 法
1	系统负荷预测数据处理	相似日曲线比对法
		线性插值法
		指数平滑法
2	母线负荷预测数据处理	不良数据辨识法
		特征曲线法
3	母线负荷分析	皮尔逊相关系数法
4	短期系统负荷预测	点对点法
		倍比平滑法
		重叠曲线法
		模式识别法
		相似度外推法
		相关因素匹配法
		人工神经网络法
		模糊聚类法
		专家系统法
		逐点增长率法
5	超短期系统负荷预测	新息平滑法
		负荷趋势法
		最小二乘法
6	短期母线负荷预测	点对点法
		倍比平滑法
		一元线性回归法



表 A.1 (续)

序号	类 别	方 法
6	短期母线负荷预测	重叠曲线法
		频域分量法
		分布因子法
		线性外推法
7	超短期母线负荷预测	新息负荷变换法



中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
电网短期和超短期负荷预测技术规范  
DL/T 1711—2017

\*

中国电力出版社出版、发行  
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)  
北京传奇佳彩印刷有限公司印刷

\*

2018年2月第一版 2018年2月北京第一次印刷  
880毫米×1230毫米 16开本 1印张 26千字  
印数 001—500册

\*

统一书号 155198·552 定价 9.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换



中国电力出版社官方微信



电力标准信息微信

为您提供 **最及时、最准确、最权威** 的电力标准信息



155198.552