附件2

一次调频综合指标计算及考核度量方法

并网发电厂均应具备一次调频功能并投入运行，其一次调频性能需满足所属电力调度机构的要求。

一、一次调频动作过程

图1为机组一次调频评价指标计算说明图。以火电机组为例，从频率偏差超出死区开始（即自A0时刻起），单台机组开始快速响应频率的变化，按照各自静特性相应增大出力，随着全网机组出力的增加，频率逐渐稳定并开始上升，直至频率偏差恢复到死区范围内。图中A0表示一次调频评价开始时刻，为频率偏差超出一次调频死区的时刻；B0表示一次调频评价结束时刻，为频率偏差恢复到死区范围内的时刻（若频率偏差从超出一次调频死区到恢复至死区范围内的时间超过60秒，B0=A0+60s）。A0～B0表示调频持续时间，即从频率偏差超出一次调频死区开始到频率偏差回到一次调频死区范围内的持续时间（若超过60秒，调频持续时间按照60秒计算）；A1表示最大频偏时刻，A1对应的频率偏差为最大频率偏差。其中，水电机组（包括抽水蓄能）调频死区取0.05Hz，其它机组均取0.033Hz。

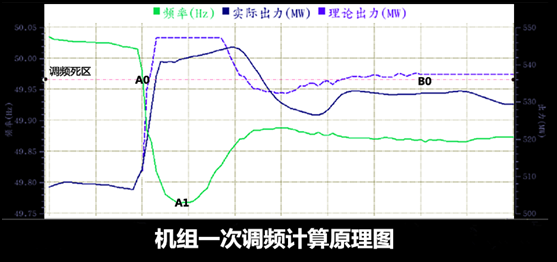


图1 机组一次调频评价指标计算说明图

二、机组一次调频性能评价指标

1、15秒出力响应指数[%]：



从频率偏差超出死区开始，15秒内机组实际最大出力调整量占理论最大出力调整量的百分比。



上述公式中：表示15秒出力响应指数；表示从频率偏差超出死区开始，15秒内机组一次调频实际最大出力调整量；表示机组调频持续时间（A0～B0）内理论最大出力调整量。



2、30秒出力响应指数 [%]：



从频率偏差超出死区开始，30秒内机组实际最大出力调整量占理论最大出力调整量的百分比。



上述公式中：表示30秒出力响应指数；表示从频率偏差超出死区开始，30秒内机组一次调频实际最大出力调整量；表示机组调频持续时间（A0～B0）内理论最大出力调整量。



3、电量贡献指数[%]：



机组调频持续时间（A0～B0）内，机组一次调频实际贡献电量占理论贡献电量的百分比。



式中：Q%表示机组一次调频电量贡献指数；ΔQS表示机组一次调频实际贡献电量；ΔQE表示机组一次调频理论贡献电量。



三、评价指标具体计算方法

1. 实际最大出力调整量[MW]：



从频率偏差超出死区开始，T时间内机组一次调频向着减小频偏的方向实际最大补偿负荷值。



上述公式中，表示T时间内机组一次调频实际最大出力调整量；为机组在t时刻的实际出力；表示频率偏差超出机组一次调频死区时刻机组的实际出力；表示机组在t时刻的实际频率；表示机组额定频率50Hz。



2.理论最大出力调整量[MW]：



考虑机组实际负荷限制，在调频持续时间（A0～B0）内对应最大频偏时刻机组一次调频理论最大补偿负荷值。



上述公式中：

表示机组调频持续时间（A0～B0）内理论最大出力调整量；PN表示机组额定功率；表示机组在t时刻的实际频率；表示机组额定频率50Hz；表示调频持续时间内，考虑到调频死区的实际最大频率偏差:



对于水电机组（包括抽水蓄能）

时，；



时，；



对于其他机组

时，；



时，；



δ表示转速不等率；火电、燃气机组一般取5%，水电（包括抽水蓄能）机组一般取3%；KP表示机组最大出力限幅，机组参与一次调频的调频负荷变化幅度上限可以加以限制，但限制幅度不应过小，规定如下：

a) 250MW＞PN的火电机组，限制幅度≥ 10％PN（KP≥ 10％）；

b) 350MW≥PN≥250MW的火电机组，限制幅度≥8％PN（KP≥ 8％）；

c) 500MW≥PN＞350MW的火电机组，限制幅度≥7％ PN （KP≥ 7％）；

d) PN＞500MW 的火电机组，限制幅度≥6％PN（KP≥ 6％）；

e)额定负荷运行的机组参与一次调频时，增负荷方向最大调频负荷增量幅度不小于 5％PN；

f)燃机机组一次调频限幅参照火电机组；

g)水电机组一次调频最大负荷限幅原则上不应加以限制，但应考虑对机组的最大和最小负荷限制和避开振动区和空化区运行。

3.实际贡献电量[MWh]：



机组调频持续时间（A0～B0）内，实际的发电量比一次调频动作前状态的发电量增加或减少的部分，即机组一次调频实际补偿电量。



上述公式中：ΔQS表示机组一次调频实际贡献电量；A0表示一次调频评价起始时刻；B0表示一次调频评价结束时刻；P0表示评价起始出力；PS(t)表示机组调频持续时间内t时刻的实际出力。

4.理论贡献电量[MWh]：



机组调频持续时间（A0～B0）内，考虑机组实际负荷限制，机组一次调频理论补偿电量。



上述公式中：ΔQE表示机组一次调频理论贡献电量；A0表示一次调频评价开始时刻；B0表示一次调频评价结束时刻；表示机组调频持续时间内，t时刻机组理论出力对应的调整量；表示机组额定功率；表示机组额定频率50Hz；表示转速不等率理论整定值；KP表示机组最大出力限幅（具体要求同上）。



表示机组调频持续时间内,t时刻考虑到调频死区的频率偏差：



对于水电机组（包括抽水蓄能）

当≥0.05 Hz时，；



当≤-0.05Hz时，；



对于其他机组

当≥0.033 Hz时，；



当≤-0.033 Hz时，；



四、数据要求

采用PMU数据进行计算。