

浅析水电站调整负荷时不合格电量的产生与控制

卢彦林, 任良均

(毛尔盖水电有限公司、阿坝水电开发有限公司, 四川 阿坝 623504)

摘要: 实践证明: 通过巧妙改变负荷升降速率, 在调整电厂负荷时, 电厂实际执行电量更加接近于调度计算电量, 大大减少了日发电偏差不合格电量的产生, 从而提升了电厂运行管理水平和经济效益。

关键词: 不合格电量; 产生原因; 考核办法; 措施; 注意事项

中图分类号: TV7; TM714; O657.12

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2015)01-0113-03

1 概述

不合格电量是反应电厂是否严格按照调度下达的日发电计划曲线或负荷指令执行的一个重要指标。近年来, 随着电网规模越来越大, 对电能质量要求越来越高, 为规范电力调度行为, 提高电厂运行管理水平, 华中电监局出台《华中区域并网发电厂辅助服务管理实施细则》和《华中区域发电厂并网运行管理实施细则》, 对不合格电量管理提出了严格的要求。

2 不合格电量定义及产生原因

不合格电量是指电厂上网有功负荷偏离调度计划曲线或负荷指令 $\pm 2\%$ 以外的上网电量。

在电力生产中, 产生不合格电量的因素很多, 有调令执行错误、未按要求调整负荷等人为原因, 有机组或调速器故障停运、电能量采集装置(TMR)故障等设备原因。根据对不合格电量的统计分析, 90% 以上的不合格电量是产生在升降负荷的过程中。

3 四川电网不合格电量结算考核办法

四川电网所有统调电厂均在调度机构备案负荷升降速率, 调度按照各电厂备案的升降速率计算在升降负荷时的电量, 并与电厂实际执行电量进行比较, 偏离调度计算电量 $\pm 2\%$ 以外的电量为不合格电量。不合格电量考核数据来源于各电厂电能量采集装置, 数据采样频率为 1 分钟, 5 分钟为一个考核结算点, 即 5 分钟内的积分电量不得偏离其 $\pm 2\%$, 否则记为不合格电量。

4 调整负荷时生产不合格电量的原因分析

4.1 四川电网调度计算电量

收稿日期: 2015-01-05

为了便于分析, 本文以毛尔盖水电站为例进行计算分析, 毛尔盖水电站装机容量 420 MW, 机组固有爬坡率是 60 MW/min, 在调度备案负荷升降速率为 60 MW/min。某日调度计划曲线为: 0:15 负荷是 0 MW, 0:20 负荷是 420 MW, 为方便计算, 本文以升负荷为例进行计算, 降负荷同理, 在此不再赘述。

按照计划, 毛尔盖水电站从 0:20 开始按照 60 MW/min 速率升负荷, 直至达到 420 MW, 表 1 为升负荷过程。

表 1 调度计算升负荷过程表

单位: MW, MWh

时间	负荷	1分钟 电量	5分钟 电量	下限	上限
0:21	60	1			
0:22	120	2			
0:23	180	3	15	14.7	15.3
0:24	240	4			
0:25	300	5			
0:26	360	6			
0:27	420	7			
0:28	420	7	3433.32	34.68	
0:29	420	7			
0:30	420	7			

通过对表 1 升负荷过程数据分析后得知, 在负荷升降过程中的负荷总量按以下公式计算

$$S = \frac{t(t+1)}{2}k + pt \quad (1)$$

式中 k 为调度备案负荷升降速率, 单位为 MW/分钟; t 为机组升降至规定负荷需的时间, 单位为分钟; P 为升降负荷时的初始值; S 为开始升降负荷至规定负荷时的负荷总量。

4.2 电厂实际执行电量

由于电厂机组爬坡率的存在,机组在升降负荷过程中,负荷不可能在瞬间达到设定值,而是以斜率为 k 的爬坡率增加。因此实际负荷升降过程的负荷总量按以下公式计算

$$S = \int_0^t (kt + p) dt = \frac{k}{2}t^2 + pt \quad (2)$$

式中各字母的含义同式(1)。

4.3 电量偏差比较与分析

从式(1)和式(2)比较可以看出,调度计算电量与电厂实际执行电量差 $\frac{k}{2}t$ (升负荷时 k 为正,降负荷时为负),若将该负荷用坐标轴加以描绘,如图1所示,阶梯形折线 a、直线 d 及时间轴所包罗的阴影部分面积为调度计算电量,而斜线 b、直线 d 及时间轴所包罗的阴影部分面积为按速率 k 执行所产生的实际电量。而双阴影部分即为两者之间的偏差电量。结合表1可知 0:21~0:25 调度计算电量是 1.5 kWh,允许波动范围是 1.47~1.53 kWh,实际执行的电量是 1.25 kWh,产生不合格电量 0.22 kWh; 0:26~0:30 调度计算电量是 3.4 kWh,允许波动范围是 3.332~3.468 kWh,实际执行的电量是 3.3 kWh,产生不合格电量 0.032 kWh。

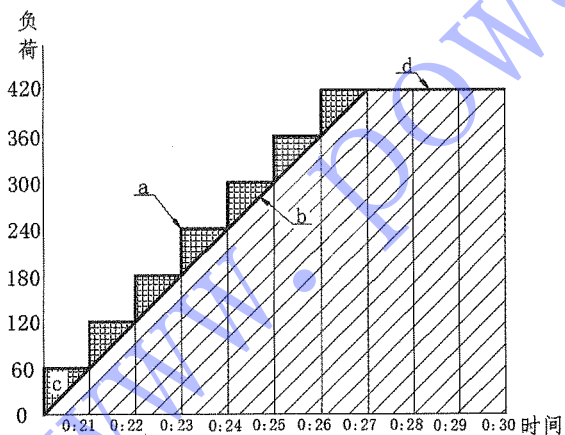


图1

从以上分析可以看出,调度计算电量是在单位分钟内对计划负荷的积分电量,实际执行电量是在单位分钟内对爬坡过程的积分电量,计划负荷是一个常数,而爬坡过程是斜率为 k 的斜线,即使排除其他负荷波动因素,机组在升降负荷时,均会产生超欠电量 $\frac{k}{2}t$,若在 5 分钟以内,该差值偏离调度计算电量的 $\pm 2\%$,就会产生不合格电量。

因此,调度计算电量和实际执行电量两者计算存在的差别,是造成升降负荷中产生不合格电量的主要原因。

5 修改负荷调整速率控制不合格电量措施

5.1 降低升降负荷速率控制不合格电量

若将毛尔盖电站在调度备案的负荷升降速率由 k 修改为 $\frac{k}{2}$,即由 60 MW/min 修改 30 MW/min,此时调度计算电量与实际执行电量偏差为 $\frac{k}{4}t$ 。特别指出,这里说的“修改”并非是修改机组本身的爬坡率,而是向调度机构申请修改升降负荷的速率,机组本身的爬坡率仍然是 60 MW/min。

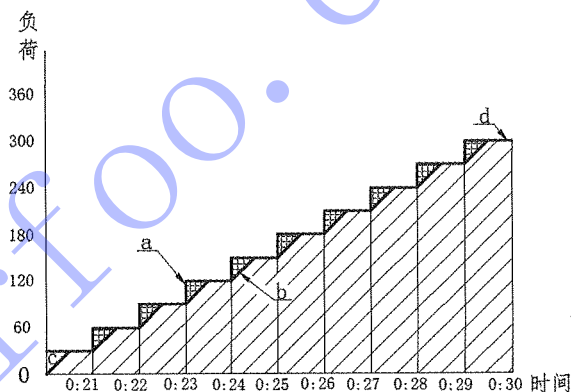


图2

以日计划曲线为 0:15 负荷 0 MW, 0:20 负荷 300 MW 为例,将此过程用坐标轴加以描述,如图2所示。图2中阶梯形折线 a、直线 d 及时间轴所包罗的阴影部分面积为调度计算电量;折线 b、直线 d 及时间轴所包罗的阴影部分面积为实际执行电量;每分钟实际执行电量要比调度机构的计算电量少图2中双阴影三角形 c 的面积,即 $\frac{k}{4}t$ 。

5.2 放大升降负荷速率控制不合格电量

为了在升降负荷时消除调度计算电量与实际执行电量的差值 $\frac{k}{2}t$,彻底消除不合格电量的产生,那么调度计算电量与实际执行电量就必须相等,即式(1)与式(2)的值相等。

$$\int_0^t (k_1 t + p) dt = \frac{t(t+1)}{2} k + pt \quad (3)$$

式中 k 为调度备案负荷升降速率, k_1 为实际执行时负荷升降速率,单位为 MW/分钟, t 为机组升降至规定负荷需的时间,单位为分钟, P 为升降负

荷时的初始值,将式(3)进行化解得

$$k_1 = \frac{t+1}{t}k \quad (4)$$

考虑到不合格电量5分钟为一个考核结算点,取 $t=5$ 可得

$$k_1 = 1.2k \quad (5)$$

式(5)表明,当实际升降负荷速率等于调度备案升降速率的1.2倍时,调度计算电量与实际执行电量完全相等,彻底消除升降负荷时不合格电量的产生。

以毛尔盖日计划曲线为0:15负荷60 MW,0:20负荷200 MW为例。0:20本应该按照调度备案升降速率30 MW/min调整负荷,但在实际调整时按36 MW/min来调整。图3所示阶梯形折线a、直线d及时间轴所包罗的阴影部分面积为调度计算电量;折线b、直线d及时间轴所包罗的阴影部分面积为实际执行电量,在整个升降负荷过程中,超发部分电量e正好弥补欠发部分电量c,消除升降负荷时不合格电量的产生。

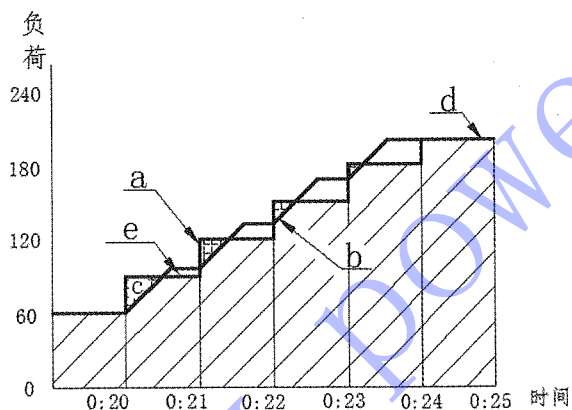


图3

6 修改负荷升降速率注意事项

(1)从调度以5 min为一个考核结算点出来讲,负荷升降速率越小,则产生的不合格电量越少,但负荷升降速率并不是越小越好,而是要在15 min内将全厂负荷从零调整到额定值为宜。

(2)在放大升降负荷速率时,若实际升降负荷速率小于机组固有爬坡率,在下一个5 min开始,应以调度备案升降速率在该点的负荷值为初始值进行升降。

(3)在调整电厂负荷时,由于调速器、通讯设备存在一定的响应时间,可结合电站本身设备实际,在调整时可以提前3~5 s。

7 结语

本文深入剖析了四川电网对日发电偏差不合格电量的考核规则,通过对水电站负荷调整过程的计算分析,找出了水电站在调整负荷时产生日发电偏差不合格电量的原因所在,提出了改变负荷升降速率以达到减少日发电偏差不合格电量的目的。实践证明:通过巧妙改变负荷升降速率,在调整电厂负荷时,电厂实际执行电量更加接近于调度计算电量,大大减少了日发电偏差不合格电量的产生,从而提升了电厂运行管理水平和经济效益。

作者简介:

卢彦林(1981-),男,甘肃武威人,毕业于四川大学电气工程及其自动化专业,工程师,毛尔盖水电有限公司生产部副主任,从事水电站的生产管理;

任良均(1982-),男,四川南充人,毕业于西华大学电气工程及其自动化专业,助理工程师,阿坝水电开发有限公司生产部运行管理工程师,从事水电站水电站运行管理工作。

(责任编辑:卓政昌)

水电站安全与反恐怖防范设计报告通过评估

日前,水规总院组织召开了金沙江中游梨园、阿海、鲁地拉水电站和四川雅砻江官地水电站反恐怖安全防范系统专题设计报告评估会,基本同意专题报告的主要内容。梨园、阿海、鲁地拉水电站分别为《金沙江中游河段水电规划报告》推荐的“一库八级”开发方案的第三、第四、第七个梯级,均为一等大(I)型工程。本次水电站反恐怖安全防范系统专题设计报告评估,对我国大型水电工程反恐怖安全防范系统设计具有示范作用,通过本次评估会,可以很好地指导下阶段水电站在反恐怖安全防范系统招标和实施过程,对项目的具体实施有较大的推动作用。

去年全国发电量同比增加增量集中在水电

国家统计局数据显示,2014年全国发电量为54 320亿千瓦时,同比上升5.09%。增量几乎全部来自于水电,水力发电为9 442亿千瓦时,同比增长24.61%;火力发电4 1851亿千瓦时,同比微涨0.17%,基本与2013年持平。根据中电联数据,2014年1至11月超过百万千瓦装机容量的水电站建成情况,四川共有装机容量达683万千瓦的水电站投产;而云南的新增水电装机容量超800万千瓦。兼之锦屏水电站840万千瓦装机容量在年底投产,使得水电发展迅速。因2014年下半年为丰水年,14年6月至10月,水电占比在19.1%~25.2%,高出13年任何一个月的占比。