

## 二次调频的习题及其解

### 习题 5-11

某电力系统，负荷的频率调节系数  $K_{L^*} = 2$ ；主调频厂的额定容量为系统负荷的 20%。

当系统负荷增加后，二次调频前，系统出现频差  $\Delta f = -0.3 \text{ Hz}$ ，测得系统负荷为  $P_{L^*} = 1.1$ 。现在主调频厂进行二次调频，使系统频率回升了  $0.2 \text{ Hz}$ 。问（1）二次调频，主调频厂增加了多少出力？（机组始终全部参加一次调频）。（2）当系统运行于  $P_{L^*} = 1$ ， $f_* = 1$  时，若主调频厂的出力为其额定容量的 50%，问主调频厂是否能完成上述不完全二次调频的任务？

提示：（1）“测得”的功率是标称负荷增加后在有频差的情况下负荷实际取用的功率，而非标称功率。（2）设调频厂额定容量为  $P_{FGN}$ 。

解：设调频厂额定容量为  $P_{FGN}$ ，则依题初始负荷为

$$P_{LN} = 5P_{FGN} \quad (1.1)$$

当频率下降  $0.3 \text{ Hz}$ ，“测得”负荷的标么值为  $1.1$ ，这个是负荷实际取用功率，即

$$P_L(49.7) = 1.1P_{LN} = 1.1 \times 5P_{FGN} \quad (1.2)$$

记系统负荷的标称增量为  $\Delta P_{LN}$ 。由于频差，负荷比标称负荷  $P_{LN} + \Delta P_{LN}$  少用的量为

$$\Delta P_L = K_L \Delta f = K_{L^*} \times \frac{P_{LN}}{50} \times 0.3 \text{ MW} \quad (1.3)$$

那么，负荷实际取用功率为

$$\begin{aligned} 1.1P_{LN} &= P_{LN} + \Delta P_{LN} - \Delta P_L \Rightarrow \\ 1.1P_{LN} &= P_{LN} + \Delta P_{LN} - K_{L^*} \times \frac{P_{LN}}{50} \times 0.3 \end{aligned} \quad (1.4)$$

由上式可得负荷的标称增量为

$$\begin{aligned} \Delta P_{LN} &= 1.1P_{LN} - P_{LN} + K_{L^*} \times \frac{P_{LN}}{50} \times 0.3 = \\ &= \left( 1.1 - 1 + K_{L^*} \times \frac{0.3}{50} \right) P_{LN} = \\ &= \left( 0.1 + 2 \times \frac{0.3}{50} \right) P_{LN} = \frac{56}{500} P_{LN} = 0.112P_{LN} \end{aligned} \quad (1.5)$$

则系统的功频调节系数为

$$K_S = -\frac{\Delta P_{LN}}{\Delta f} = -\frac{0.112P_{LN}}{-0.3} = \frac{28}{75} P_{LN} \text{ MW/Hz} \quad (1.6)$$

所有电源的功频调节系数为

$$\begin{aligned}
K_G &= K_S - K_L = \\
&= K_S - K_{L^*} \times \frac{P_{LN}}{f_N} = \\
&= \frac{28}{75} P_{LN} - 2 \times \frac{P_{LN}}{50} = \\
&= \left( \frac{28}{75} - \frac{2}{50} \right) P_{LN} = \frac{1}{3} P_{LN}
\end{aligned} \tag{1.7}$$

系统频率回升 0.2Hz，不完全二次调频电源增加的出力，也即调频厂增加的出力为

$$\Delta P_{FG} = -K_S \Delta f = \frac{28}{75} P_{LN} \times 0.2 = \frac{28}{75} \times 0.2 \times 5 P_{FGN} = \frac{28}{75} P_{FGN} \tag{1.8}$$

(2) 解：依题知调频厂初始出力为  $P_{FG0} = 0.5 P_{FGN}$ ，则目前调频厂的出力设定值为

$$P_{FGset} = P_{FGN0} + \Delta P_{FG} = \frac{1}{2} P_{FGN} + \frac{28}{75} P_{FGN} = \frac{131}{150} P_{FGN} \tag{1.9}$$

调频厂尚有的热备用为

$$P_{FGR} = P_{FGN} - \frac{131}{150} P_{FGN} = \frac{19}{150} P_{FGN} \text{ MW} \tag{1.10}$$

注意到是不完全二次调频，因此目前系统尚存在频差  $\Delta f = -0.1 \text{ Hz}$ ，如果调频厂的功

频调节系数为  $K_{FG}$ ，则一次调频过程中调频厂的出力必须小于  $P_{FGR}$ 。据此，有

$$\begin{aligned}
\Delta P_{FG1} &= -K_{FG} \Delta f \Rightarrow \\
K_{FG} &= -\frac{\Delta P_{FG1}}{\Delta f} = -\frac{P_{FGR}}{\Delta f} = \frac{19 P_{FGN}}{150 \times 0.1} \Rightarrow \\
\sigma_{FG}(\%) &= \frac{100}{K_{FG^*}} = \frac{100}{K_{FG}} \times \frac{P_{FGN}}{f_N} = \frac{15}{19 P_{FGN}} \times \frac{100 P_{FGN}}{50} = \frac{30}{19} = 1.58
\end{aligned} \tag{1.11}$$

上边推导表明，当  $\sigma_{FG}(\%) = 1.58$  时，由于 0.1Hz 的频差，调频厂即将其热备用用尽。

但是，通常机组的调差系数大于 2，所以，调频厂出力可以满足不完全二次调频使频率回升 0.2Hz 的任务。