

铁路运营技术经济计算

(附表)

西南交通大学出版社

续表 2.19

指 顺 序 号	方 案 6 $X=3$ ； $t_{\text{峰}}^{\text{周}}=0.26$ ； $T_{\text{编}}^{\text{峰}}=2$ ； $M_{\text{调}}=1$ ； $S_{\text{发}}=2$ ； $X_{\text{发}}=3$ ； $\psi_{\text{电}}=0.7$	方 案 4 $X=3$ ； $t_{\text{峰}}^{\text{周}}=0.26$ ； $T_{\text{编}}^{\text{峰}}=0$ ； $M_{\text{调}}=1$ ； $S_{\text{发}}=2$ ； $X_{\text{发}}=3$ ； $\psi_{\text{电}}=0.7$	方 案 10 $X=3$ ； $t_{\text{峰}}^{\text{周}}=0.21$ ； $T_{\text{编}}^{\text{峰}}=2$ ； $M_{\text{调}}=1$ ； $S_{\text{发}}=2$ ； $X_{\text{发}}=3$ ； $\psi_{\text{电}}=0.7$	方 案 12 $X=3$ ； $t_{\text{峰}}^{\text{周}}=0.21$ ； $T_{\text{编}}^{\text{峰}}=4$ ； $M_{\text{调}}=1$ ； $S_{\text{发}}=2$ ； $X_{\text{发}}=3$ ； $\psi_{\text{电}}=0.7$
1—6	和方案1—3相同	和方案1—3相同	和方案1—3相同	和方案1—3相同
7	$t_{\text{峰}}=0.26\left(1+\frac{2+2}{24-(2+2)}\right)=0.31$ 小时	$t_{\text{峰}}=0.32\left(1+\frac{2}{24-2}\right)=0.35$ 小时	$t_{\text{峰}}=0.21\left(1+\frac{2+2}{24-(2+2)}\right)=0.25$ 小时	$t_{\text{峰}}=0.21\left(1+\frac{2+4}{24-(2+4)}\right)=0.28$ 小时
8	$\psi_{\text{峰}}=\frac{50\times 0.31}{24}=0.65$	$\psi_{\text{峰}}=\frac{50\times 0.35}{24}=0.73$	$\psi_{\text{峰}}=\frac{50\times 0.25}{24}=0.52$	$\psi_{\text{峰}}=\frac{50\times 0.28}{24}=0.58$
9	$t_{\text{解等}}^{\text{解}}\cdot\text{终}=\frac{0.65(0.64^2+0.4^2)}{2(1-0.7\times 0.65)}\times 0.31=0.1$ 小时	$t_{\text{解等}}^{\text{解}}\cdot\text{终}=\frac{0.73(0.64^2+0.4^2)}{2(1-0.7\times 0.73)}\times 0.35=0.15$ 小时	$t_{\text{解等}}^{\text{解}}\cdot\text{终}=\frac{0.52(0.64^2+0.4^2)}{2(1-0.7\times 0.52)}\times 0.25=0.06$ 小时	$t_{\text{解等}}^{\text{解}}\cdot\text{终}=\frac{0.58(0.64^2+0.4^2)}{2(1-0.7\times 0.58)}\times 0.28=0.08$ 小时
10	$t_{\text{解等}}^{\text{解}}=\frac{0.65(0.64^2+0.4^2)}{2(1-0.65)}\times 0.31=0.16$ 小时	$t_{\text{解等}}^{\text{解}}=\frac{0.73(0.64^2+0.4^2)}{2(1-0.73)}\times 0.35=0.24$ 小时	$t_{\text{解等}}^{\text{解}}=\frac{0.52(0.64^2+0.4^2)}{2(1-0.52)}\times 0.25=0.08$ 小时	$t_{\text{解等}}^{\text{解}}=\frac{0.58(0.64^2+0.4^2)}{2(1-0.58)}\times 0.28=0.11$ 小时
11	$n_{\text{解列}}^{\text{解}}=\frac{1.1\times 0.65(1+0.4^2)}{2\left(\frac{1}{1.1\times 0.65}-1\right)}+\frac{0.64^2-1}{2\left(\frac{1}{1.1\times 0.65}-1\right)}+0.1=0.4$	$n_{\text{解列}}^{\text{解}}=\frac{1.1\times 0.73(1+0.4^2)}{2\left(\frac{1}{1.1\times 0.73}-1\right)}+\frac{0.64^2-1}{2\left(\frac{1}{1.1\times 0.73}-1\right)}+0.1=0.8$	$n_{\text{解列}}^{\text{解}}=\frac{1.1\times 0.52(1+0.4^2)}{2\left(\frac{1}{1.1\times 0.52}-1\right)}+\frac{0.64^2-1}{2\left(\frac{1}{1.1\times 0.52}-1\right)}+0.1=0.15$	$n_{\text{解列}}^{\text{解}}=\frac{1.1\times 0.58(1+0.4^2)}{2\left(\frac{1}{1.1\times 0.58}-1\right)}+\frac{0.64^2-1}{2\left(\frac{1}{1.1\times 0.58}-1\right)}+0.1=0.23$
12	$\Pi=0.01\times 50+0.78+0.4+2\sqrt{0.78^2+(0.4+0.5)^2}+1=6$	$\Pi=0.01\times 50+0.78+0.8+2\sqrt{0.78^2+(0.8+0.5)^2}+1=7$	$\Pi=0.01\times 50+0.78+0.15+2\sqrt{0.78^2+(0.15+0.5)^2}+1=5$	$\Pi=0.01\times 50+0.78+0.23+2\sqrt{0.78^2+(0.23+0.5)^2}+1=5$
13	$E_{\text{到班}}^{\text{到}}=97200$ 卢布	$E_{\text{到班}}^{\text{到}}=97200$ 卢布	$E_{\text{到班}}^{\text{到}}=97200$ 卢布	$E_{\text{到班}}^{\text{到}}=97200$ 卢布
14	$E_{\text{到时}}^{\text{到}}=365\times 50\times 50(0.07+0.27+0.1)0.3=120450$ 卢布	$E_{\text{到时}}^{\text{到}}=365\times 50\times 50(0.07+0.27+0.15)0.3=134138$ 卢布	$E_{\text{到时}}^{\text{到}}=365\times 50\times 50(0.07+0.27+0.06)0.3=109500$ 卢布	$E_{\text{到时}}^{\text{到}}=365\times 50\times 50(0.07+0.27+0.08)0.3=114975$ 卢布
15	$E_{\text{峰}}^{\text{峰}}=56000$ 卢布	$E_{\text{峰}}^{\text{峰}}=0$	$E_{\text{峰}}^{\text{峰}}=79000^*$ 卢布	$E_{\text{峰}}^{\text{峰}}=79000$ 卢布
16	$E_{\text{到线}}^{\text{到}}=20000\times 6=120000$ 卢布	$E_{\text{到线}}^{\text{到}}=20000\times 7=140000$ 卢布	$E_{\text{到线}}^{\text{到}}=20000\times 5=100000$ 卢布	$E_{\text{到线}}^{\text{到}}=100000$ 卢布
17	$\psi_{\text{调}}^{\text{调}}=\frac{50\times 0.29-2}{24}=0.52$	指标和方案3相同	$\psi_{\text{调}}^{\text{调}}=\frac{50\times 0.29-2}{24}=0.52$	$\psi_{\text{调}}^{\text{调}}=\frac{50\times 0.29-4}{24}=0.44$
18	$t_{\text{等}}^{\text{编}}=\frac{0.52(0.95^2+0.4^2)}{2(1-0.52)}\times\left(0.29-\frac{2}{50}\right)=0.14$ 小时		$t_{\text{等}}^{\text{编}}=0.14$ 小时**	$t_{\text{等}}^{\text{编}}=\frac{0.44(0.95^2+0.4^2)}{2(1-0.44)}\times\left(0.29-\frac{4}{50}\right)=0.09$ 小时
19	$t_{\text{等}}^{\text{编}}\cdot\text{机}=\frac{0.52(0.95^2+0.4^2)}{2(1-0.8\times 0.52)}\times\left(0.29-\frac{2}{50}\right)=0.12$ 小时		$t_{\text{等}}^{\text{编}}\cdot\text{机}=0.12$ 小时**	$t_{\text{等}}^{\text{编}}\cdot\text{机}=\frac{0.44(0.95^2+0.4^2)}{2(1-0.8\times 0.44)}\times\left(0.29-\frac{4}{50}\right)=0.08$ 小时
20	$\psi_{\text{调}}^{\text{调}}=\frac{1.1\times 50\times 0.29-2}{24}=0.58$		$\psi_{\text{调}}^{\text{调}}=0.58^{**}$	$\psi_{\text{调}}^{\text{调}}=\frac{1.1\times 50\times 0.29-4}{24}=0.5$
21	$n_{\text{解列}}^{\text{解}}=\frac{1+0.95^2-0.58(1-0.4^2)}{2\left(\frac{1}{0.58}-1\right)}=0.98$		$n_{\text{解列}}^{\text{解}}=0.98^{**}$	$n_{\text{解列}}^{\text{解}}=\frac{1+0.95^2-0.5(1-0.4^2)}{2\left(\frac{1}{0.5}-1\right)}=0.74$
22—56	指标和方案3相同	指标和方案3相同	指标和方案3相同	指标和方案3相同
57	$\Pi_{\text{增}}^{\text{调}}=0.01\times 50+0.98+1.06+0.94+0.33+0.22+0.4+2\sqrt{0.98^2+1.06^2+(0.94+0.5)^2+(0.33+0.5)^2+(0.22+0.5)^2+(0.4+0.5)^2}+10$	$\Pi_{\text{增}}^{\text{调}}=11$ (参见方案1)	$\Pi_{\text{增}}^{\text{调}}=10$ (参见方案6)	$\Pi_{\text{增}}^{\text{调}}=0.01\times 50+0.74+1.06+0.94+0.33+0.22+0.4+2\sqrt{0.74^2+1.06^2+(0.94+0.5)^2+(0.330+0.5)^2+(0.22+0.5)^2+(0.4+.5)^2}+9$
58	$\Pi_{\text{调}}^{\text{调}}=16+10=26$	$\Pi_{\text{调}}^{\text{调}}=16+11=27$	$\Pi_{\text{调}}^{\text{调}}=16+10=26$	$\Pi_{\text{调}}^{\text{调}}=16+9=25$
59	$E_{\text{直时}}^{\text{直}}\cdot\text{调}=365\times 50\times 50\times 0.12\times 0.3+365\times 80\times 50(0.09+0.38+0.29+0.36)0.3=523410$ 卢布	$E_{\text{直时}}^{\text{直}}\cdot\text{调}=539835$ 卢布 (参见方案3)	$E_{\text{直时}}^{\text{直}}\cdot\text{调}=523410$ 卢布 (参见方案6)	$E_{\text{直时}}^{\text{直}}\cdot\text{调}=365\times 50\times 50\times 0.08\times 0.3+365\times 80\times 50(0.09+0.38-0.29+0.36)=512460$ 卢布
60—62	指标和方案3相同	指标和方案3相同	指标和方案3相同	指标和方案3相同
63	$E_{\text{调线}}^{\text{调}}=15000\times 10=150000$ 卢布	$E_{\text{调线}}^{\text{调}}=15000\times 11=165000$ 卢布	$E_{\text{调线}}^{\text{调}}=15000\times 10=150000$ 卢布	$E_{\text{调线}}^{\text{调}}=15000\times 9=135000$ 卢布
64	$E_{\text{发班}}^{\text{发}}=388800$ 卢布	$E_{\text{发班}}^{\text{发}}=388800$ 卢布	$E_{\text{发班}}^{\text{发}}=388800$ 卢布	$E_{\text{发班}}^{\text{发}}=388800$ 卢布
65	$E_{\text{年}}^{\text{年}}=97.2+120.45+56+120+523.41+73+250.29+120+150+388.8=189.9$ 万卢布	$E_{\text{年}}^{\text{年}}=97.2+134.14+0+140+539.84+73+250.29+120+165+388.8=190.8$ 万卢布	$E_{\text{年}}^{\text{年}}=97.2+109.5+79+100+523.41+73+250.29+120+150+388.8=189.1$ 万卢布	$E_{\text{年}}^{\text{年}}=97.2+114.98+79+100+512.46+73+250.29+120+135+388.8=187.1$ 万卢布
66	指标和方案3相同	指标和方案3相同	指标和方案3相同	指标和方案3相同
67	$t_{\text{改编}}^{\text{改}}=0.1+0.27+0.16+0.2+3.0+0.14+0.19+0.11+0.38+0.29+0.36+0.15=5.35$ 小时	$t_{\text{改编}}^{\text{改}}=0.1+0.27+0.24+0.2+3.0+0.23+0.19+0.11+0.38+0.29+0.32+0.15=5.52$ 小时	$t_{\text{改编}}^{\text{改}}=0.1+0.27+0.08+0.2+3.0+0.14+0.19+0.11+0.38+0.29+0.36+0.15=5.27$ 小时	$t_{\text{改编}}^{\text{改}}=0.1+0.27+0.11+0.2+3.0+0.09+0.19+0.11+0.38+0.29+0.36+0.15=5.25$ 小时

* 参见表 2.8
* 参见方案 6

出发场各种工作组织方案的费用计算

表 2.13

指标顺号	指标名称和计算公式	方 案 1 $S=4; \quad X=2; \quad \psi_{\text{电}}=0.65; \quad \psi_{\text{内}}=0.65$	方 案 2 $S=5; \quad X=2; \quad \psi_{\text{电}}=0.65; \quad \psi_{\text{内}}=0.65$	方 案 3 $S=3; \quad X=3; \quad \psi_{\text{电}}=0.65; \quad \psi_{\text{内}}=0.65$	方 案 4 $S=4; \quad X=2; \quad \psi_{\text{电}}=0.7; \quad \psi_{\text{内}}=0.65$
1	车辆技检所每班的负荷 $\psi_{\text{班}} = \frac{\sum_{i=1}^d (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})}{24 S} t_{\text{作}}$	$\frac{125 \times 0.5}{24 \times 4} = 0.65$	$\psi_{\text{班}} = \frac{125 \times 0.5}{24 \times 5} = 0.52$	$\psi_{\text{班}} = \frac{125 \times 0.41}{24 \times 3} = 0.71$	$\psi_{\text{班}} = 0.65^*$
2	车辆技检所每班工资 $E_{\text{班}} = 54 S X C_{\text{月}}$	$54 \times 4 \times 2 \times 1200 = 518400 \text{ 卢布}$	$E_{\text{班}} = 54 \times 5 \times 2 \times 1200 = 648000 \text{ 卢布}$	$E_{\text{班}} = 54 \times 3 \times 3 \times 1200 = 583200 \text{ 卢布}$	$E_{\text{班}} = 518400^* \text{ 卢布}$
3	所有车列等待车辆技检作业的平均时间 $t_{\text{等}} = \frac{S^{s-1} \psi_{\text{班}}^s (\nu_{\text{到}}^2 + \nu_{\text{作}}^2)}{S! 2(1 - \psi_{\text{班}})^2} t_{\text{作}} \left(\frac{S^s \psi_{\text{班}}^s}{S! (1 - \psi_{\text{班}})} + \sum_{n=0}^{s-1} \frac{S^n \psi_{\text{班}}^n}{n!} \right)^{-1}$	$\frac{4^3 \times 0.65^4 (0.9^2 + 0.3^2) 0.5}{4! 2(1 - 0.65)^2} \left(\frac{4^4 \times 0.65^4}{4! (1 - 0.65)} + 1 + \frac{4 \times 0.65}{1} + \frac{4^2 \times 0.65^2}{2!} + \frac{4^3 \times 0.65^3}{3!} \right)^{-1} = -0.06 \text{ 小时}$	$t_{\text{等}} = \frac{5^4 \times 0.52^5 (0.9^2 + 0.3^2) 0.5}{5! 2(1 - 0.52)^2} \times \left(\frac{5^5 \times 0.52^5}{5! (1 - 0.52)} + 1 + \frac{5 \times 0.52}{1} + \frac{5^2 \times 0.52^2}{2!} + \frac{5^3 \times 0.52^3}{3!} + \frac{5^4 \times 0.52^4}{4!} \right)^{-1} = 0.01 \text{ 小时}$	$t_{\text{等}} = \frac{3^2 \times 0.71^3 (0.9^2 + 0.3^2) 0.41}{3! 2(1 - 0.71)^2} \times \left(\frac{3^3 \times 0.71^3}{3! (1 - 0.71)} + 1 + \frac{3 \times 0.71}{1} + \frac{3^2 \times 0.71^2}{2!} \right)^{-1} = 0.11 \text{ 小时}$	$t_{\text{等}} = 0.06^* \text{ 小时}$
4	有列车机车保证的车列等待车辆技检的平均时间 $t_{\text{等·机}} = \frac{S^{s-1} \psi_{\text{班}}^s (\nu_{\text{到}}^2 + \nu_{\text{作}}^2) t_{\text{作}}}{S! 2(1 - \psi_{\text{班}})^2} \left(\frac{S^s (\psi_{\text{班}})^s}{S! (1 - \psi_{\text{班}})} + \sum_{n=0}^{s-1} \frac{S^n (\psi_{\text{班}})^n}{n!} \right)^{-1}$	$\frac{4^3 \times 0.65^4 (0.9^2 + 0.3^2) 0.5}{4! 2(1 - 0.8 \times 0.65)^2} \left(\frac{4^4 (0.8 \times 0.65)^4}{4! (1 - 0.8 \times 0.65)} + 1 + \frac{4 \times 0.8 \times 0.65}{1} + \frac{4^2 (0.8 \times 0.65)^2}{2!} + \frac{4^3 (0.8 \times 0.65)^3}{3!} \right)^{-1} \approx 0.06 \text{ 小时}$	$t_{\text{等·机}} = \frac{5^4 \times 0.52^5 (0.9^2 + 0.3^2) 0.5}{5! 2(1 - 0.8 \times 0.52)^2} \times \left(\frac{5^5 (0.8 \times 0.52)^5}{5! (1 - 0.8 \times 0.52)} + 1 + \frac{5 \times 0.8 \times 0.52}{1} + \frac{5^2 (0.8 \times 0.52)^2}{2!} + \frac{5^3 (0.8 \times 0.52)^3}{3!} + \frac{5^4 (0.8 \times 0.52)^4}{4!} \right)^{-1} = 0.008 \approx 0.01 \text{ 小时}$	$t_{\text{等·机}} = \frac{3^2 \times 0.71^3 (0.9^2 + 0.3^2) 0.41}{3! 2(1 - 0.8 \times 0.7)^2} \times \left(\frac{3^3 (0.8 \times 0.71)^3}{3! (1 - 0.8 \times 0.71)} + 1 + \frac{3 \times 0.8 \times 0.71}{1} + \frac{3^2 (0.8 \times 0.71)^2}{3!} \right)^{-1} = 0.1 \text{ 小时}$	$t_{\text{等·机}} = 0.06^* \text{ 小时}$
5	出发场等待车辆技检和车辆正在技检的平均车列数 $n_{\text{列}} = \frac{S^s (K_{\text{不}\psi_{\text{班}}})^{s+1} (\nu_{\text{到}}^2 + \nu_{\text{作}}^2)}{S! 2(1 - K_{\text{不}\psi_{\text{班}}})^2} \times \left(\frac{S^s (K_{\text{不}\psi_{\text{班}}})^s}{S! (1 - K_{\text{不}\psi_{\text{班}}})} + \sum_{n=0}^{s-1} \frac{S^n (K_{\text{不}\psi_{\text{班}}})^n}{n!} \right)^{-1} + SK_{\text{不}\psi_{\text{班}}} \frac{1 + \nu_{\text{到}}^2}{2}$	$\frac{4^4 (1.1 \times 0.65)^5 (0.9^2 + 0.3^2)}{4! 2(1 - 1.1 \times 0.65)^2} \left(\frac{4^4 (1.1 \times 0.65)^4}{4! (1 - 1.1 \times 0.65)} + 1 + \frac{4 \times 1.1 \times 0.65}{1} + \frac{4^2 (1.1 \times 0.65)^2}{2!} + \frac{4^3 (1.1 \times 0.65)^3}{3!} \right)^{-1} + 4 \times 1.1 \times 0.65 \frac{1 + 0.9^2}{2} = 3.09$	$n_{\text{列}} = \frac{5^5 (1.1 \times 0.52)^6 (0.9^2 + 0.3^2)}{5! 2(1 - 1.1 \times 0.52)^2} \times \left(\frac{5^5 (1.1 \times 0.52)^5}{5! (1 - 1.1 \times 0.52)} + 1 + \frac{5 \times 1.1 \times 0.52}{1} + \frac{5^2 (1.1 \times 0.52)^2}{2!} + \frac{5^3 (1.1 \times 0.52)^3}{3!} + \frac{5^4 (1.1 \times 0.52)^4}{4!} \right)^{-1} + 5 \times 1.1 \times 0.52 \times \frac{1 + 0.9^2}{2} = 2.71$	$n_{\text{列}} = \frac{3^3 (1.1 \times 0.71)^4 (0.9^2 + 0.3^2)}{3! 2(1 - 1.1 \times 0.71)^2} \times \left(\frac{3^3 (1.1 \times 0.71)^3}{3! (1 - 1.1 \times 0.71)} + 1 + \frac{3 \times 1.1 \times 0.71}{1} + \frac{3^2 (1.1 \times 0.71)^2}{2!} \right)^{-1} + 3 \times 1.1 \times 0.71 \times \frac{1 + 0.9^2}{2} = 3.02$	$n_{\text{列}} = 3.09^*$
6	出发场等待车辆技检和车辆正在技检的上行列车平均数 $n_{\text{列·上}} = \frac{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BD}}}{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{AB}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BD}}} n_{\text{列}}$	$\frac{55 + 20}{50 + 55 + 20} 3.09 = 1.85$	$n_{\text{列·上}} = \frac{55 + 20}{125} 2.71 = 1.6$	$n_{\text{列·上}} = \frac{55 + 20}{125} 3.02 = 1.81$	$n_{\text{列·上}} = 1.85^*$
7	出发场等待车辆技检和车辆正在技检的下行列车平均数 $n_{\text{列·下}} = n_{\text{列}} - n_{\text{列·上}}$	$3.09 - 1.85 = 1.24$	$n_{\text{列·下}} = 2.71 - 1.6 = 1.11$	$n_{\text{列·下}} = 3.02 - 1.81 = 1.21$	$n_{\text{列·下}} = 1.24^*$
8	车辆技检所在检查车列完了时间之间间隔时间的偏差系数为发往 BA 区段 $\nu'_{\text{技BA}} = \nu_{\text{到BA}} - \frac{1}{2S} (\nu_{\text{到BA}} - \nu_{\text{作}}) \psi_{\text{班}}^2 \nu_{\text{到BA}}$	$0.8 - \frac{1}{2 \times 4} (0.8 - 0.3) 0.65^{2 \times 0.8} = 0.77$	$\nu'_{\text{技BA}} = 0.8 - \frac{1}{2 \times 5} \times (0.8 - 0.3) \times 0.52^{2 \times 0.8} = 0.78$	$\nu'_{\text{技BA}} = 0.8 - \frac{1}{2 \times 3} \times (0.8 - 0.3) \times 0.71^{2 \times 0.8} = 0.75$	$\nu'_{\text{技BA}} = 0.77^*$
	发往 BC 区段	$0.85 - \frac{1}{2 \times 4} (0.85 - 0.3) 0.65^{2 \times 0.85} = 0.82$	$\nu'_{\text{技BC}} = 0.85 - \frac{1}{2 \times 5} \times (0.85 - 0.3) \times 0.52^{2 \times 0.85} = 0.83$	$\nu'_{\text{技BC}} = 0.85 - \frac{1}{2 \times 3} \times (0.85 - 0.3) \times 0.71^{2 \times 0.85} = 0.79$	$\nu'_{\text{技BC}} = 0.82^*$
	发往 BD 区段	$0.7 - \frac{1}{2 \times 4} (0.7 - 0.3) 0.65^{2 \times 0.7} = 0.67$	$\nu'_{\text{技BD}} = 0.7 - \frac{1}{2 \times 5} \times (0.7 - 0.3) \times 0.52^{2 \times 0.7} = 0.68$	$\nu'_{\text{技BD}} = 0.7 - \frac{1}{2 \times 3} \times (0.7 - 0.3) \times 0.71^{2 \times 0.7} = 0.66$	$\nu'_{\text{技BD}} = 0.67^*$
9	车辆技检所检查用电力机车牵引发往 BA 和 BC 区段的列车, 检查完了时间之间间隔时间的偏差系数 $\nu_{\text{技·电}} = \sqrt{\frac{l_1 + 1}{l_1} \frac{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BA}} (\nu'_{\text{技BA}})^2 + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}} (\nu'_{\text{技BC}})^2}{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BA}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}}}}$ $l_1 \text{——电力机车服务的区段数}$	$\sqrt{\frac{3/50 \times 0.77^2 + 55 \times 0.82^2}{50 + 55}} = 0.86$	$\nu_{\text{技·电}} = \sqrt{\frac{3/50 \times 0.78^2 + 55 \times 0.83^2}{50 + 55}} = 0.87$	$\nu_{\text{技·电}} = \sqrt{\frac{3/50 \times 0.75^2 + 55 \times 0.79^2}{50 + 55}} = 0.84$	$\nu_{\text{技·电}} = 0.86^*$
10	检查发往 BD 区段用内燃机车牵引车列的间隔时间偏差系数 $\nu'_{\text{技·内}} = \nu'_{\text{技BD}}$	0.67	$\nu'_{\text{技·内}} = \nu'_{\text{技BD}} = 0.68$	$\nu'_{\text{技·内}} = \nu'_{\text{技BD}} = 0.66$	$\nu'_{\text{技·内}} = \nu'_{\text{技BD}} = 0.67$
11	发往 AB 和 BC 区段的列车等待挂电力机车的平均时间 $t_{\text{等}}^{\text{电}} = \frac{12 \psi_{\text{电}}^2 [(\nu'_{\text{技·电}})^2 + \nu_{\text{电}}^2]}{[(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{AB}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}}] (1 - \psi_{\text{电}})}$	$\frac{12 \times 0.65^2 (0.86^2 + 0.6^2)}{(50 + 55) (1 - 0.65)} = 0.15 \text{ 小时}$	$t_{\text{等}}^{\text{电}} = \frac{12 \times 0.65^2 (0.87^2 + 0.6^2)}{(50 + 55) (1 - 0.65)} = 0.15 \text{ 小时}$	$t_{\text{等}}^{\text{电}} = \frac{12 \times 0.65^2 (0.84^2 + 0.6^2)}{(50 + 55) (1 - 0.65)} = 0.15 \text{ 小时}$	$t_{\text{等}}^{\text{电}} = \frac{12 \times 0.7^2 (0.86^2 + 0.6^2)}{(50 + 55) (1 - 0.7)} = 0.25 \text{ 小时}$
12	发往 BD 区段的列车等待挂内燃机车的平均时间 $t_{\text{等}}^{\text{内}} = \frac{12 \psi_{\text{内}}^2 [(\nu'_{\text{技·内}})^2 + \nu_{\text{内}}^2]}{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BD}} (1 - \psi_{\text{内}})}$	$\frac{12 \times 0.65^2 (0.67^2 + 0.6^2)}{20 (1 - 0.65)} = 0.58 \text{ 小时}$	$t_{\text{等}}^{\text{内}} = \frac{12 \times 0.65^2 (0.68^2 + 0.6^2)}{20 (1 - 0.65)} = 0.58 \text{ 小时}$	$t_{\text{等}}^{\text{内}} = \frac{12 \times 0.65^2 (0.66^2 + 0.6^2)}{20 (1 - 0.65)} = 0.57 \text{ 小时}$	$t_{\text{等}}^{\text{内}} = 0.57^* \text{ 小时}$
13	发往所有区段的全部车列, 等待机车的平均时间 $t_{\text{机等}} = \frac{t_{\text{等}}^{\text{电}} [(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BA}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}}] + t_{\text{等}}^{\text{内}} (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BD}}}{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BA}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BD}}}$	$\frac{0.15(50 + 55) + 0.58 \times 20}{125} = 0.22 \text{ 小时}$	$t_{\text{机等}} = \frac{0.15(50 + 55) + 0.58 \times 20}{125} = 0.22 \text{ 小时}$	$t_{\text{机等}} = \frac{0.15(50 + 55) + 0.75 \times 20}{125} = 0.22 \text{ 小时}$	$t_{\text{机等}} = \frac{0.25(50 + 55) + 0.57 \times 20}{125} = 0.30 \text{ 小时}$
14	出发场等待挂电力列车机车的平均列数 (最大工作量月) $n_{\text{电列}} = \frac{K_{\text{不}\psi_{\text{电}}} (1 + \nu_{\text{电}}^2) + (\nu'_{\text{技·电}})^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{K_{\text{不}\psi_{\text{电}}}} - 1 \right)} + 0.1$	$\frac{1.1 \times 0.65 (1 + 0.6^2) + 0.86^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{1.1 \times 0.65} - 1 \right)} + 0.1 = 1.06$	$n_{\text{电列}} = \frac{1.1 \times 0.65 (1 + 0.6^2) + 0.87^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{1.1 \times 0.65} - 1 \right)} + 0.1 = 1.06$	$n_{\text{电列}} = \frac{1.1 \times 0.65 (1 + 0.6^2) + 0.84^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{1.1 \times 0.65} - 1 \right)} + 0.1 = 0.95$	$n_{\text{电列}} = \frac{1.1 \times 0.70 (1 + 0.6^2) + 0.86^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{1.1 \times 0.7} - 1 \right)} + 0.1 = 1.31$
15	上行列车等待连挂电力列车机车的平均列数 $n_{\text{电列·上}} = n_{\text{电列}} \frac{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}}}{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BA}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}}}$	$1.06 \frac{55}{50 + 55} = 0.56$	$n_{\text{电列·上}} = 1.06 \frac{55}{105} = 0.56$	$n_{\text{电列·上}} = 0.95 \frac{55}{105} = 0.5$	$n_{\text{电列·上}} = 1.31 \frac{55}{105} = 0.69$
16	下行列车等待连挂电力列车机车的平均列数 $n_{\text{电列·下}} = n_{\text{电列}} - n_{\text{电列·上}}$	$1.06 - 0.56 = 0.5$	$n_{\text{电列·下}} = 1.06 - 0.56 = 0.5$	$n_{\text{电列·下}} = 0.95 - 0.5 = 0.45$	$n_{\text{电列·下}} = 1.31 - 0.69 = 0.62$
17	发往 BD 区段上行列车等待连挂内燃列车机车的平均列数 $n_{\text{内列}} = \frac{K_{\text{不}\psi_{\text{内}}} (1 + \nu_{\text{内}}^2) + (\nu'_{\text{技·内}})^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{K_{\text{不}\psi_{\text{内}}}} - 1 \right)} + 0.1$	$\frac{1.1 \times 0.65 (1 + 0.6^2) + 0.67^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{1.1 \times 0.65} - 1 \right)} + 0.1 = 0.63$	$n_{\text{内列}} = \frac{1.1 \times 0.65 (1 + 0.6^2) + 0.68^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{1.1 \times 0.65} - 1 \right)} + 0.1 = 0.63$	$n_{\text{内列}} = \frac{1.1 \times 0.65 (1 + 0.6^2) + 0.66^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{1.1 \times 0.65} - 1 \right)} + 0.1 = 0.61$	$n_{\text{内列}} = 0.63^*$
18	等待连挂机车 (电力机车和内燃机车) 的上行列车的平均列数 $n_{\text{机列·上}} = n_{\text{电列·上}} + n_{\text{内列}}$	$0.56 + 0.63 = 1.19$	$n_{\text{机列·上}} = 0.65 + 0.63 = 1.19$	$n_{\text{机列·上}} = 0.5 + 0.61 = 1.11$	$n_{\text{机列·上}} = 0.69 + 0.63 = 1.32$

指标顺号	指标名称和计算公式	方 案 1 $S=4; \quad X=2; \quad \psi_{\text{电}}=0.65; \quad \psi_{\text{内}}=0.65$	方 案 2 $S=5; \quad X=2; \quad \psi_{\text{电}}=0.65; \quad \psi_{\text{内}}=0.65$	方 案 3 $S=3; \quad X=3; \quad \psi_{\text{电}}=0.65; \quad \psi_{\text{内}}=0.65$	方 案 4 $S=4; \quad X=2; \quad \psi_{\text{电}}=0.7; \quad \psi_{\text{内}}=0.65$
19	维持备用电力列车机车, 连同乘务组一起等待列车的年度换算费用 $E_{\text{电}}=365[(N_{\text{直}}+N_{\text{编}})_{\text{AB}}+(N_{\text{直}}+N_{\text{编}})_{\text{BC}}]t_{\text{电}}'\left(\frac{1}{\psi_{\text{电}}}-1\right)C_{\text{机时}}$	$365(50+55)\left(\frac{1}{0.65}-1\right)2\times 10=4127300 \text{ 卢布}$	$E_{\text{电}}=365(50+55)\left(\frac{1}{0.65}-1\right)2\times 10=412730 \text{ 卢布}$	$E_{\text{电}}=412730 \text{ 卢布}$	$E_{\text{电}}=365(50+55)\left(\frac{1}{0.7}-1\right)2\times 10=328500 \text{ 卢布}$
20	维持备用内燃机车, 连同乘务组一起等待列车的年度换算费用 $E_{\text{内}}=365(N_{\text{直}}+N_{\text{编}})_{\text{BD}}\left(\frac{1}{\psi_{\text{内}}}-1\right)t_{\text{内}}'C_{\text{机时}}$	$365\times 20\left(\frac{1}{0.65}-1\right)1.3\times 13=66430 \text{ 卢布}$	$E_{\text{内}}=365\times 20\left(\frac{1}{0.65}-1\right)1.3\times 13=66430 \text{ 卢布}$	$E_{\text{内}}=66430 \text{ 卢布}$	$E_{\text{内}}=66430 \text{ 卢布}$
21	维持备用列车机车的总换算费用 $E_{\text{机}}=E_{\text{电}}+E_{\text{内}}$	$412730+66430=479160 \text{ 卢布}$	$E_{\text{机}}=412730+66430=479160 \text{ 卢布}$	$E_{\text{机}}=479160 \text{ 卢布}$	$E_{\text{机}}=328500+66430=394930 \text{ 卢布}$
22	发往 BA 区段的列车, 连挂电力机车时间之间间隔时间的偏差系数 $\psi_{\text{技BA}}''=\psi_{\text{技BA}}'-\frac{1}{2}(\psi_{\text{技BA}}'-\psi_{\text{电}})\psi_{\text{电}}^2\psi_{\text{技BA}}'$	$0.77-\frac{1}{2}(0.77-0.6)0.65^{2\times 0.77}=0.72$	$\psi_{\text{技BA}}''=0.78-\frac{1}{2}(0.78-0.6)\times 0.65^{2\times 0.78}=0.73$	$\psi_{\text{技BA}}''=0.75-\frac{1}{2}(0.75-0.6)\times 0.65^{2\times 0.75}=0.71$	$\psi_{\text{技BA}}''=0.77-\frac{1}{2}(0.77-0.6)\times 0.7^{2\times 0.77}=0.72$
23	发往 BC 区段的列车车列, 连挂电力列车机车时间之间间隔时间的偏差系数 $\psi_{\text{技BC}}''=\psi_{\text{技BC}}'-\frac{1}{2}(\psi_{\text{技BC}}'-\psi_{\text{电}})\psi_{\text{电}}^2\psi_{\text{技BC}}'$	$0.82-\frac{1}{2}(0.82-0.6)0.65^{2\times 0.82}=0.76$	$\psi_{\text{技BC}}''=0.83-\frac{1}{2}(0.83-0.6)\times 0.65^{2\times 0.83}=0.77$	$\psi_{\text{技BC}}''=0.79-\frac{1}{2}(0.79-0.6)\times 0.65^{2\times 0.79}=0.74$	$\psi_{\text{技BC}}''=0.82-\frac{1}{2}(0.82-0.6)\times 0.7^{2\times 0.82}=0.76$
24	发往 BD 区段的列车车列, 连挂内燃列车机车时间之间的间隔时间偏差系数 $\psi_{\text{技BD}}''=\psi_{\text{技BD}}'-\frac{1}{2}(\psi_{\text{技BD}}'-\psi_{\text{内}})\psi_{\text{内}}^2\psi_{\text{技BD}}'$	$0.67-\frac{1}{2}(0.67-0.6)0.65^{2\times 0.67}$	$\psi_{\text{技BD}}''=0.68-\frac{1}{2}(0.68-0.6)\times 0.65^{2\times 0.68}=0.66$	$\psi_{\text{技BD}}''=0.66-\frac{1}{2}(0.66-0.6)\times 0.65^{2\times 0.66}=0.64$	$\psi_{\text{技BD}}''=0.65^*$
25	BA 区段的负荷 $\psi_{\text{BA}}=\frac{(N_{\text{直}}+N_{\text{编}})_{\text{BA}}}{n_{\text{货BA}}}$	$\frac{50}{90}=0.56$	$\psi_{\text{BA}}=0.56$	$\psi_{\text{BA}}=0.56$	$\psi_{\text{BA}}=0.56$
26	BC 区段的负荷 $\psi_{\text{BC}}=\frac{(N_{\text{直}}+N_{\text{编}})_{\text{BC}}}{n_{\text{货BC}}}$	$\frac{55}{80}=0.69$	$\psi_{\text{BC}}=0.69$	$\psi_{\text{BC}}=0.69$	$\psi_{\text{BC}}=0.69$
27	BD 区段的负荷 $\psi_{\text{BD}}=\frac{(N_{\text{直}}+N_{\text{编}})_{\text{BD}}}{n_{\text{货BD}}}$	$\frac{20}{30}=0.66$	$\psi_{\text{BD}}=0.66$	$\psi_{\text{BD}}=0.66$	$\psi_{\text{BD}}=0.66$
28	BA 区段的平均待发时间 $t_{\text{等BA}}^{\text{发}}=\frac{12\psi_{\text{BA}}[(\psi_{\text{技BA}}'')^2+\psi_{\text{发BA}}^2]}{n_{\text{货BA}}(1-\psi_{\text{BA}})}$	$\frac{12\times 0.56(0.72^2+0.6^2)}{90(1-0.56)}=0.15 \text{ 小时}$	$t_{\text{等BA}}^{\text{发}}=\frac{12\times 0.56(0.73^2+0.6^2)}{90(1-0.56)}=0.15 \text{ 小时}$	$t_{\text{等BA}}^{\text{发}}=\frac{12\times 0.56(0.71^2+0.6^2)}{90(1-0.56)}=0.15 \text{ 小时}$	$t_{\text{等BA}}^{\text{发}}=0.15^* \text{ 小时}$
29	BC 区段的平均待发时间 $t_{\text{等BC}}^{\text{发}}=\frac{12\psi_{\text{BC}}[(\psi_{\text{技BC}}'')^2+\psi_{\text{发BC}}^2]}{n_{\text{货BC}}(1-\psi_{\text{BC}})}$	$\frac{12\times 0.69(0.76^2+0.7^2)}{80(1-0.69)}=0.36 \text{ 小时}$	$t_{\text{等BC}}^{\text{发}}=\frac{12\times 0.69(0.77^2+0.7^2)}{80(1-0.69)}=0.36 \text{ 小时}$	$t_{\text{等BC}}^{\text{发}}=\frac{12\times 0.69(0.74^2+0.7^2)}{80(1-0.69)}=0.35 \text{ 小时}$	$t_{\text{等BC}}^{\text{发}}=0.36^* \text{ 小时}$
30	BD 区段的平均待发时间 $t_{\text{等BD}}^{\text{发}}=\frac{12\psi_{\text{BD}}[(\psi_{\text{技BD}}'')^2+\psi_{\text{发BD}}^2]}{n_{\text{货BD}}(1-\psi_{\text{BD}})}$	$\frac{12\times 0.66(0.65^2+0.45^2)}{30(1-0.66)}=0.49 \text{ 小时}$	$t_{\text{等BD}}^{\text{发}}=\frac{12\times 0.66(0.67^2+0.45^2)}{30(1-0.66)}=0.51 \text{ 小时}$	$t_{\text{等BD}}^{\text{发}}=\frac{12\times 0.66(0.64^2+0.45^2)}{30(1-0.66)}=0.47 \text{ 小时}$	$t_{\text{等BD}}^{\text{发}}=0.49^* \text{ 小时}$
31	所有区段的列车平均待发时间 $t_{\text{等}}^{\text{发}}=\frac{t_{\text{等BA}}^{\text{发}}(N_{\text{直}}+N_{\text{编}})_{\text{BA}}+t_{\text{等BC}}^{\text{发}}(N_{\text{直}}+N_{\text{编}})_{\text{BC}}+t_{\text{等BD}}^{\text{发}}(N_{\text{直}}+N_{\text{编}})_{\text{BD}}}{(N_{\text{直}}+N_{\text{编}})_{\text{BA}}+(N_{\text{直}}+N_{\text{编}})_{\text{BC}}+(N_{\text{直}}+N_{\text{编}})_{\text{BD}}}$	$\frac{0.15\times 50+0.36\times 55+0.49\times 20}{125}=0.3 \text{ 小时}$	$t_{\text{等}}^{\text{发}}=\frac{0.15\times 50+0.36\times 55+0.51\times 20}{125}=0.3 \text{ 小时}$	$t_{\text{等}}^{\text{发}}=\frac{0.15\times 50+0.35\times 55+0.47\times 20}{125}=0.29 \text{ 小时}$	$t_{\text{等}}^{\text{发}}=0.3^* \text{ 小时}$
32	与车列在出发场停留时间的有关费用 $E_{\text{时}}=365(t_{\text{等}}^{\text{作机}}+t_{\text{等}}^{\text{作}}+t_{\text{等}}^{\text{机}}+t_{\text{等}}^{\text{发}})[(N_{\text{直}}+N_{\text{编}})_{\text{BA}}+(N_{\text{直}}+N_{\text{编}})_{\text{BC}}+(N_{\text{直}}+N_{\text{编}})_{\text{BD}}]mC_{\text{车时}}$	$365(0.06+0.5+0.22+0.3)(50+55+20)55\times 0.3=813038 \text{ 卢布}$	$E_{\text{时}}=365(0.01+0.5+0.22+0.3)55\times 0.3\times 125=775397 \text{ 卢布}$	$E_{\text{时}}=365(0.1+0.41+0.22+0.29)55\times 125\times 0.3=767869 \text{ 卢布}$	$E_{\text{时}}=365(0.06+0.5+0.26+0.3)\times 55\times 125\times 0.3=843150 \text{ 卢布}$
33	BA 区段待发列车的平均列数 (根据最大月的作业量计算) $n_{\text{发列BA}}=\frac{K\psi_{\text{BA}}(1+\psi_{\text{发BA}}^2)+(\psi_{\text{技BA}}'')^2-1}{2\left(\frac{1}{K\psi_{\text{BA}}}-1\right)}+0.1$	$\frac{1.1\times 0.56(1+0.6^2)+0.72^2-1}{2\left(\frac{1}{1.1\times 0.56}-1\right)}+0.1=0.39$	$n_{\text{发列BA}}=\frac{1.1\times 0.56(1+0.6^2)+0.73^2-1}{2\left(\frac{1}{1.1\times 0.56}-1\right)}+0.1=0.39$	$n_{\text{发列BA}}=\frac{1.1\times 0.56(1+0.6^2)+0.71^2-1}{2\left(\frac{1}{1.1\times 0.56}-1\right)}+0.1=0.37$	$n_{\text{发列BA}}=0.39^*$
34	BC 区段待发列车的平均列数 $n_{\text{发列BC}}=\frac{K\psi_{\text{BC}}(1+\psi_{\text{发BC}}^2)+(\psi_{\text{技BC}}'')^2-1}{2\left(\frac{1}{K\psi_{\text{BC}}}-1\right)}+0.1$	$\frac{1.1\times 0.69(1+0.7^2)+0.76^2-1}{2\left(\frac{1}{1.1\times 0.69}-1\right)}+0.1=0.59$	$n_{\text{发列BC}}=\frac{1.1\times 0.69(1+0.7^2)+0.77^2-1}{2\left(\frac{1}{1.1\times 0.69}-1\right)}+0.1=0.59$	$n_{\text{发列BC}}=\frac{1.1\times 0.69(1+0.7^2)+0.74^2-1}{2\left(\frac{1}{1.1\times 0.69}-1\right)}+0.1=0.53$	$n_{\text{发列BC}}=0.59^*$
35	BD 区段待发列车的平均列数 $n_{\text{发列BD}}=\frac{K\psi_{\text{BD}}(1+\psi_{\text{发BD}}^2)+(\psi_{\text{技BD}}'')^2-1}{2\left(\frac{1}{K\psi_{\text{BD}}}-1\right)}+0.1$	$\frac{1.1\times 0.66(1+0.45^2)+0.65^2-1}{2\left(\frac{1}{1.1\times 0.66}-1\right)}+0.1=0.49$	$n_{\text{发列BD}}=\frac{1.1\times 0.66(1+0.45^2)+0.61^2-1}{2\left(\frac{1}{1.1\times 0.66}-1\right)}+0.1=0.49$	$n_{\text{发列BD}}=\frac{1.1\times 0.66(1+0.45^2)+0.64^2-1}{2\left(\frac{1}{1.1\times 0.66}-1\right)}+0.1=0.47$	$n_{\text{发列BD}}=0.49^*$
36	上行待发列车总数 $n_{\text{发列}}^{\text{上}}=n_{\text{发列BC}}^{\text{上}}+n_{\text{发列BD}}^{\text{上}}$	$0.59+0.49=1.08$	$n_{\text{发列}}^{\text{上}}=0.59+0.49=1.08$	$n_{\text{发列}}^{\text{上}}=0.53+0.47=1.0$	$n_{\text{发列}}^{\text{上}}=0.59+0.49=1.08$
37	出发场上行列车需要的线路数 $\Pi_{\text{上}}=0.015[(N_{\text{直}}+N_{\text{编}})_{\text{BC}}+(N_{\text{直}}+N_{\text{编}})_{\text{BD}}]+n_{\text{作列}}^{\text{上}}+n_{\text{机列}}^{\text{上}}+n_{\text{发列}}^{\text{上}}+2\sqrt{(n_{\text{作列}}^{\text{上}})^2+(n_{\text{机列}}^{\text{上}}+0.5)^2+(n_{\text{发列}}^{\text{上}}+0.5)^2+(n_{\text{发列BC}}^{\text{上}}+0.5)^2+(n_{\text{发列BD}}^{\text{上}}+0.5)^2}$	$0.015(55+20)+1.85+1.19+1.08+2\sqrt{1.85^2+(0.56+0.5)^2+(0.63+0.5)^2+(0.59+0.5)^2+(0.49+0.5)^2}=11$	$\Pi_{\text{上}}=0.015(55+20)+1.6+1.19+1.08+2\sqrt{1.6^2+(0.56+0.5)^2+(0.63+0.5)^2+(0.59+0.5)^2+(0.49+0.5)^2}=11$	$\Pi_{\text{上}}=0.015(55+20)+1.81+1.11+1.0+2\sqrt{1.81^2+(0.5+0.5)^2+(0.61+0.5)^2+(0.53+0.5)^2+(0.47+0.5)^2}=11$	$\Pi_{\text{上}}=0.015(55+20)+1.85+1.32+1.08+2\sqrt{1.85^2+(0.69+0.5)^2+(0.63+0.5)^2+(0.59+0.5)^2+(0.49+0.5)^2}=12$
38	出发场下行列车需要的线路数 $\Pi_{\text{下}}=0.015(N_{\text{直}}+N_{\text{编}})_{\text{BA}}+n_{\text{作列}}^{\text{下}}+n_{\text{机列}}^{\text{下}}+n_{\text{发列BA}}^{\text{下}}+2\sqrt{(n_{\text{作列}}^{\text{下}})^2+(n_{\text{机列}}^{\text{下}}+0.5)^2+(n_{\text{发列BA}}^{\text{下}}+0.5)^2}$	$0.015\times 50+1.24+0.5+0.39+2\sqrt{(1.24)^2+(0.5+0.5)^2+(0.39+0.5)^2}=7$	$\Pi_{\text{下}}=0.015\times 50+1.11+0.5+0.39+2\sqrt{1.11^2+(0.5+0.5)^2+(0.39+0.5)^2}=6$	$\Pi_{\text{下}}=0.015\times 50+1.21+0.45+0.37+2\sqrt{1.21^2+(0.45+0.5)^2+(0.37+0.5)^2}=7$	$\Pi_{\text{下}}=0.015\times 50+1.24+0.62+0.39+2\sqrt{1.24^2+(0.62+0.5)^2+(0.39+0.5)^2}=7$
39	出发场考虑一条走行线的线路总数 $\Pi_{\text{线}}=\Pi_{\text{上}}+\Pi_{\text{下}}+1$	$11+7+1=19$	$\Pi=11+6+1=18$	$\Pi=11+7+1=19$	$\Pi=12+7+1=20$
40	铺设和维修出发场线路的年度换算费用 $E_{\text{线}}=\Pi\left(\frac{A_{\text{线}}}{t_{\text{还}}}+\Theta_{\text{线}}\right)$	$19\times 20000=380000 \text{ 卢布}$	$E_{\text{线}}=18\times 20000=360000 \text{ 卢布}$	$E_{\text{线}}=19\times 20000=380000 \text{ 卢布}$	$E_{\text{线}}=20\times 20000=400000 \text{ 卢布}$
41	方案总的年度换算费用 $E_{\text{年}}=E_{\text{班}}+E_{\text{时}}+E_{\text{机}}+E_{\text{线}}$	$518.4+813+479.16+380=219.06 \text{ 万卢布}$	$E_{\text{年}}=648+775.4+479.16+360=226.26 \text{ 万卢布}$	$E_{\text{年}}=583.2+767.869+479.16+380=221.023 \text{ 万卢布}$	$E_{\text{年}}=518.4+843.13+394.93+400=215.698 \text{ 万卢布}$

指标顺号	指标名称和计算公式	方 案 5	方 案 6	方 案 7
		$S = 4; \quad X = 2; \quad \psi_{\text{电}} = 0.75; \quad \psi_{\text{内}} = 0.65$	$S = 4; \quad X = 2; \quad \psi_{\text{电}} = 0.8; \quad \psi_{\text{内}} = 0.65$	$S = 4; \quad X = 2; \quad \psi_{\text{电}} = 0.75; \quad \psi_{\text{内}} = 0.7$
1	车辆技检所每班的负荷 $\psi_{\text{班}} = \frac{\sum_{i=1}^d (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})}{24S} t_{\text{作}}$	$\psi_{\text{班}} = 0.65^*$	$\psi_{\text{班}} = 0.65^*$	1—10指标值与方案1、4、5和6的值一样
2	车辆技检所每班工资 $E_{\text{班}} = 54 S X C_{\text{组月}}$	$E_{\text{班}} = 518400 \text{卢布}^*$	$E_{\text{班}} = 518400 \text{卢布}^*$	
3	所有车列等待车辆技检作业的平均时间 $t_{\text{等}}^{\text{作}} = \frac{S^{S-1} \psi_{\text{班}}^S (\nu_{\text{到}}^2 + \nu_{\text{作}}^2) t_{\text{作}}}{S! 2(1 - \psi_{\text{班}})^2} \left(\frac{S^S \psi_{\text{班}}^S}{S! (1 - \psi_{\text{班}})} + \sum_{n=0}^{S-1} \frac{S^n \psi_{\text{班}}^n}{n!} \right)^{-1}$	$t_{\text{等}}^{\text{作}} = 0.06 \text{小时}^*$	$t_{\text{等}}^{\text{作}} = 0.06 \text{小时}$	
4	有列车机车保证的车列等待车辆技检的平均时间 $t_{\text{等机}}^{\text{作}} = \frac{S^{S-1} \nu_{\text{班}}^S (\nu_{\text{到}}^2 + \nu_{\text{作}}^2) t_{\text{作}}}{S! 2(1 - z \psi_{\text{班}})^2} \left(\frac{S^S (z \psi_{\text{班}})^S}{S! (1 - z \psi_{\text{班}})} + \sum_{n=0}^{S-1} \frac{S^n (z \psi_{\text{班}})^n}{n!} \right)^{-1}$	$t_{\text{等机}}^{\text{作}} = 0.06 \text{小时}^*$	$t_{\text{机等}}^{\text{机}} = 0.06 \text{小时}$	
5	出发场等待车辆技检和车辆正在技检的平均车列数 $n_{\text{车列}}^{\text{作}} = \frac{S^S (K \text{不} \psi_{\text{班}})^{S+1} (\nu_{\text{到}}^2 + \nu_{\text{作}}^2)}{S! 2(1 - K \text{不} \psi_{\text{班}})^2} \times \left(\frac{S^S (K \text{不} \psi_{\text{班}})^S}{S! (1 - K \text{不} \psi_{\text{班}})} + \sum_{n=0}^{S-1} \frac{S^n (K \text{不} \psi_{\text{班}})^n}{n!} \right)^{-1} + SK \text{不} \psi_{\text{班}} \frac{1 + \nu_{\text{到}}^2}{2}$	$n_{\text{车列}}^{\text{作}} = 3.09^*$	$n_{\text{车列}}^{\text{作}} = 3.09$	
6	出发场等待车辆技检和车辆正在技检的上行列车平均数 $n_{\text{车列} \cdot \text{上}}^{\text{作}} = \frac{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BD}}}{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{AB}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BD}}} n_{\text{车列}}^{\text{作}}$	$n_{\text{车列} \cdot \text{上}}^{\text{到}} = 1.85^*$	$n_{\text{车列} \cdot \text{上}}^{\text{作}} = 1.85$	
7	出发场等待车辆技检和车辆正在技检的下行列车平均数 $n_{\text{车列} \cdot \text{下}}^{\text{作}} = n_{\text{车列}}^{\text{作}} - n_{\text{车列} \cdot \text{上}}^{\text{作}}$	$n_{\text{车列} \cdot \text{下}}^{\text{作}} = 1.24^*$	$n_{\text{车列} \cdot \text{下}}^{\text{作}} = 1.24$	
8	车辆技检所在检查车列完了时间之间间隔时间的偏差系数为： 发往 BA 区段 $\nu'_{\text{技}} = \nu_{\text{到BA}} - \frac{1}{2S} (\nu_{\text{到BA}} \nu_{\text{作}}) \psi_{\text{班}}^2 \nu_{\text{到BA}}$ 发往 BC 区段 发往 BD 区段	$\nu'_{\text{技BA}} = 0.77^*$ $\nu'_{\text{技BC}} = 0.82^*$ $\nu'_{\text{技BD}} = 0.67^*$ $\nu_{\text{技电}} = 0.86^*$	$\nu'_{\text{技BA}} = 0.77$ $\nu'_{\text{技BC}} = 0.82$ $\nu'_{\text{技BD}} = 0.67$ $\nu_{\text{技电}} = 0.86$	
9	车辆技检所检查用电力机车牵引发往 BA 和 BC 区段的车列，检查完了时间之间间隔时间的偏差系数 $\nu_{\text{技} \cdot \text{电}} = \frac{l_{j+1} \sqrt{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BA}} (\nu'_{\text{技BA}})^2 + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}} (\nu'_{\text{技BC}})^2}}{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BA}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}}}$ l_j ——电力机车服务的区段数	$\nu_{\text{技} \cdot \text{内}} = \nu'_{\text{技BD}} = 0.67^*$	$\nu_{\text{技} \cdot \text{内}} = \nu'_{\text{技BD}} = 3.67$	
10	检查发往 BD 区段用内燃机车牵引车列的间隔时间偏差系数 $\nu_{\text{技} \cdot \text{内}} = \nu_{\text{技BD}}$	$\nu_{\text{技} \cdot \text{内}} = \nu'_{\text{技BD}} = 0.67^*$	$\nu_{\text{技} \cdot \text{内}} = \nu'_{\text{技BD}} = 3.67$	
11	发往 AB 和 BC 区段的车列等待挂电力机车的平均时间 $t_{\text{等}}^{\text{电}} = \frac{12 \psi_{\text{电}}^2 [(\nu'_{\text{技} \cdot \text{电}})^2 + \nu_{\text{电}}^2]}{[(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{AB}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}}] (1 - \psi_{\text{电}})}$	$t_{\text{等}}^{\text{电}} = \frac{12 \times 0.75^2 (0.86^2 + 0.6^2)}{(50 + 55) (1 - 0.75)} = 0.28 \text{小时}$	$t_{\text{等}}^{\text{电}} = \frac{12 \times 0.8^2 (0.86^2 + 0.6^2)}{(50 + 55) (1 - 0.8)} = 0.4 \text{小时}$	$t_{\text{等}}^{\text{电}} = 0.28 \text{小时}^{**}$
12	对发往 BD 区段的车列等待挂内燃机车的平均时间 $t_{\text{等}}^{\text{内}} = \frac{12 \psi_{\text{内}}^2 [(\nu'_{\text{技} \cdot \text{内}})^2 + \nu_{\text{内}}^2]}{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BD}} (1 - \psi_{\text{内}})}$	$t_{\text{等}}^{\text{内}} = 0.57 \text{小时}^*$	$t_{\text{等}}^{\text{内}} = 0.57 \text{小时}$	$t_{\text{等}}^{\text{内}} = \frac{12 \times 0.7^2 (0.67^2 + 0.6^2)}{20 (1 - 0.7)} = 0.79 \text{小时}$
13	发往所有区段的全部车列，等待机车的平均时间 $t_{\text{机等}}^{\text{机}} = \frac{t_{\text{等}}^{\text{电}} [(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BA}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}}] + t_{\text{等}}^{\text{内}} (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BD}}}{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BA}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BD}}}$	$t_{\text{机等}}^{\text{机}} = \frac{0.28(50 + 55) + 0.57 \times 20}{125} = 0.33 \text{小时}$	$t_{\text{机等}}^{\text{机}} = \frac{0.4(50 + 55) + 0.57 \times 20}{125} = 0.43 \text{小时}$	$t_{\text{机等}}^{\text{机}} = \frac{0.28(50 + 55) + 0.79 \times 20}{125} = 0.36 \text{小时}$
14	出发场等待挂电力列车机车的平均列数（最大工作量月） $n_{\text{车列}}^{\text{电}} = \frac{K \text{不} \psi_{\text{电}} (1 + \nu_{\text{电}}^2) + (\nu'_{\text{技} \cdot \text{电}})^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{K \text{不} \psi_{\text{电}}} - 1 \right)}$	$n_{\text{车列}}^{\text{电}} = \frac{1.1 \times 0.75 (1 + 0.6^2) + 0.86^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{1.1 \times 0.75} - 1 \right)} + 0.1 = 2.13$	$n_{\text{车列}}^{\text{电}} = \frac{1.1 \times 0.8 (1 + 0.6^2) + 0.86^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{1.1 \times 0.8} - 1 \right)} + 0.1 = 3.43$	$n_{\text{车列}}^{\text{电}} = 2.13^{**}$
15	上行列车等待连挂电力列车机车的平均列数， $n_{\text{车列} \cdot \text{上}}^{\text{电}} = n_{\text{车列}}^{\text{电}} \frac{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}}}{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BA}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}}}$	$n_{\text{车列} \cdot \text{上}}^{\text{电}} = 2.13 \frac{55}{105} = 1.12$	$n_{\text{车列} \cdot \text{上}}^{\text{电}} = 3.43 \frac{55}{105} = 1.8$	$n_{\text{车列} \cdot \text{上}}^{\text{电}} = 1.12^{**}$
16	下行列车等待连挂电力列车机车的平均列数， $n_{\text{车列} \cdot \text{下}}^{\text{电}} = n_{\text{车列}}^{\text{电}} - n_{\text{车列} \cdot \text{上}}^{\text{电}}$	$n_{\text{车列} \cdot \text{下}}^{\text{电}} = 2.13 - 1.12 = 1.01$	$n_{\text{车列} \cdot \text{下}}^{\text{电}} = 3.43 - 1.8 = 1.63$	$n_{\text{车列} \cdot \text{下}}^{\text{电}} = 1.01^{**}$
17	发往 BD 区段上行列车等待连挂内燃列车机车的平均列数， $n_{\text{车列}}^{\text{内}} = \frac{K \text{不} \psi_{\text{内}} (1 + \nu_{\text{内}}^2) + (\nu'_{\text{技} \cdot \text{内}})^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{K \text{不} \psi_{\text{内}}} - 1 \right)} + 0.1$	$n_{\text{车列}}^{\text{内}} = 0.63^*$	$n_{\text{车列}}^{\text{内}} = 0.63$	$n_{\text{车列}}^{\text{内}} = \frac{1.1 \times 0.7 (1 - 0.6^2) + 0.67^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{1.1 \times 0.7} - 1 \right)} + 0.1 = 0.93$
18	等待连挂机车（电力机车和内燃机车）的上行列车的平均列数， $n_{\text{车列} \cdot \text{上}}^{\text{机}} = n_{\text{车列} \cdot \text{上}}^{\text{电}} + n_{\text{车列}}^{\text{内}}$	$n_{\text{车列} \cdot \text{上}}^{\text{机}} = 1.12 + 0.63 = 1.75$	$n_{\text{车列} \cdot \text{上}}^{\text{机}} = 1.8 + 0.63 = 2.43$	$n_{\text{车列} \cdot \text{上}}^{\text{机}} = 1.12 + 0.93 = 2.05$
19	维持备用电力列车机车，连同乘务组一起等待车列的年度换算费用， $E_{\text{电}} = 365 [(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{AB}} + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}}] t_{\text{电}}' \left(\frac{1}{\psi_{\text{电}}} - 1 \right) C_{\text{电机时}}^{\text{电}}$	$E_{\text{电}} = 365 (50 + 55) \left(\frac{1}{0.75} - 1 \right) 2 \times 10 = 255500 \text{卢布}$	$E_{\text{电}} = 365 (50 + 55) \left(\frac{1}{0.8} - 1 \right) 2 \times 10 = 191625 \text{卢布}$	$E_{\text{电}} = 255500 \text{卢布}^{**}$
20	维持备用内燃机车，连同乘务组一起等待车列的年度换算费用 $E_{\text{内}} = 365 (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BD}} \left(\frac{1}{\psi_{\text{内}}} - 1 \right) t_{\text{内}}' C_{\text{机时}}^{\text{内}}$	$E_{\text{内}} = 365 \times 20 \left(\frac{1}{0.65} - 1 \right) 1.3 \times 13 = 66430 \text{卢布}$	$E_{\text{内}} = 365 \times 20 \left(\frac{1}{0.65} - 1 \right) 1.3 \times 13 = 66430 \text{卢布}$	$E_{\text{内}} = 365 \times 20 \left(\frac{1}{0.7} - 1 \right) 1.3 \times 13 = 52872 \text{卢布}$

指标顺号	指 标 名 称 和 计 算 公 式	方 案 5				方 案 6				方 案 7			
		S = 4;	X = 2;	ψ _电 = 0.75;	ψ _内 = 0.65	S = 4;	X = 2;	ψ _电 = 0.8;	ψ _内 = 0.65	S = 4;	X = 2;	ψ _电 = 0.75;	ψ _内 = 0.7
21	维持备用列车机车的总换算费用 $E_{机} = E_{电} + E_{内}$	$E_{机} = 255500 + 66430 = 321930$ 卢布				$E_{机} = 191625 + 66430 = 268055$ 卢布				$E_{机} = 255500 + 52872.85 = 308372.85$ 卢布			
22	发往BA区段的列车,连挂电力机车时间之间间隔时间的偏差系数, $v_{技BA}'' = v_{技BA}' - \frac{1}{2} \left(v_{技BA}' - v_{电} \right) \psi_{电}^2 v_{技BA}'$	$v_{技BA} = 0.77 - \frac{1}{2} \times (0.77 - 0.6) 0.75^{2 \times 0.77} = 0.72$				$v_{技BA}'' = 0.77 - \frac{1}{2} \times (0.77 - 0.6) 0.8^{2 \times 0.77} = 0.71$				$v_{技BA}'' = 0.72^{**}$			
23	发往BC区段的列车车列,连挂电力列车机车时间之间间隔时间的偏差系数 $v_{技BC}'' = v_{技BC}' - \frac{1}{2} \left(v_{技BC}' - v_{电} \right) \psi_{电}^2 v_{技BC}'$	$v_{技BC} = 0.82 - \frac{1}{2} \times (0.82 - 0.6) 0.75^{2 \times 0.82} = 0.75$				$v_{技BC}'' = 0.82 - \frac{1}{2} \times (0.82 - 0.6) 0.8^{2 \times 0.82} = 0.74$				$v_{技BC}'' = 0.75^{**}$			
24	发往BD区段的列车车列,连挂内燃列车机车时间之间间隔时间的偏差系数 $v_{技BD}'' = v_{技BD}' - \frac{1}{2} \left(v_{技BD}' - v_{内} \right) \psi_{内}^2 v_{技BD}'$	$v_{技BD}'' = 0.65^*$				$v_{技BD}'' = 0.65$				$v_{技BD}'' = 0.67 - \frac{1}{2} \times (0.67 - 0.6) 0.7^{2 \times 0.67} = 0.65$			
25	BA区段的负荷 $\psi_{BA} = \frac{(N_{直} + N_{编})_{BA}}{n_{货BA}}$	$\psi_{BA} = 0.56$				$\psi_{BA} = 0.56$				$\psi_{BA} = 0.56$			
26	BC区段的负荷 $\psi_{BC} = \frac{(N_{直} + N_{编})_{BC}}{n_{货BC}}$	$\psi_{BC} = 0.69$				$\psi_{BC} = 0.69$				$\psi_{BC} = 0.69$			
27	BD区段的负荷 $\psi_{BD} = \frac{(N_{直} + N_{编})_{BD}}{n_{货BD}}$	$\psi_{BD} = 0.66$				$\psi_{BA} = 0.66$				$\psi_{BD} = 0.66$			
28	BA区段的平均待发时间 $t_{等BA}^{发} = \frac{12 \psi_{BA} [(v_{技BA}'')^2 + v_{发BA}^2]}{n_{货BA} (1 - \psi_{BA})}$	$t_{等BA}^{发} = 0.15$ 小时*				$t_{等BA}^{发} = \frac{12 \times 0.56 (0.71^2 + 0.6^2)}{90 (1 - 0.56)} = 0.15$ 小时				$t_{等BA}^{发} = 0.15$ 小时**			
29	BC区段的平均待发时间 $t_{等BC}^{发} = \frac{12 \psi_{BC} [(v_{技BC}'')^2 + v_{发BC}^2]}{n_{货BC} (1 - \psi_{BC})}$	$t_{等BC}^{发} = 0.36$ 小时*				$t_{等BC}^{发} = \frac{12 \times 0.69 (0.74^2 + 0.7^2)}{80 (1 - 0.69)} = 0.35$ 小时				$t_{等BC}^{发} = 0.36$ 小时**			
30	BD区段的平均待发时间 $t_{等BD}^{发} = \frac{12 \psi_{BD} [(v_{技BD}'')^2 + v_{发BD}^2]}{n_{货BD} (1 - \psi_{BD})}$	$t_{等BD}^{发} = 0.49$ 小时*				$t_{等BD}^{发} = 0.49$ 小时				$t_{等BD}^{发} = 0.49$ 小时**			
31	所有区段的列车平均待发时间 $t_{等}^{发} = \frac{t_{等BA}^{发} (N_{直} + N_{编})_{BA} + t_{等BC}^{发} (N_{直} + N_{编})_{BC} + t_{等BD}^{发} (N_{直} + N_{编})_{BD}}{(N_{直} + N_{编})_{BA} + (N_{直} + N_{编})_{BC} + (N_{直} + N_{编})_{BD}}$	$t_{等}^{发} = 0.3$ 小时*				$t_{等}^{发} = \frac{0.15 \times 50 + 0.35 \times 55 + 0.49 \times 20}{125} = 0.29$ 小时				$t_{等}^{发} = 0.3$ 小时**			
32	与车列在出发场停留时间的有关费用 $E_{时} = 365 (t_{等}^{发} \cdot n_{机} + t_{作} + t_{等}^{机} + t_{等}^{发}) ((N_{直} + N_{编})_{BA} + (N_{直} + N_{编})_{BC} + (N_{直} + N_{编})_{BD}) mC_{车时}$	$E_{时} = 365 (0.06 + 0.5 + 0.33 + 0.3) \times 12 \times 555 \times 0.3 = 895847$ 卢布				$E_{时} = 365 (0.06 + 0.5 + 0.43 + 0.29) \times 125 \times 55 \times 0.3 = 963600$ 卢布				$E_{时} = 365 (0.06 + 0.5 + 0.36 + 0.3) \times 125 \times 55 \times 0.3 = 918443$ 卢布			
33	BA区段待发列车的平均列数(根据最大月的作业量计算) $n_{列BA}^{发} = \frac{K \psi_{BA} (1 + v_{发BA}^2) + (v_{技BA}'')^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{K \psi_{BA}} - 1 \right)} + 0.1$	$n_{列BA}^{发} = 0.39^*$				$n_{列BA}^{发} = 0.39$				$n_{列BA}^{发} = 0.39$			
34	BC区段待发列车的平均列数 $n_{列BC}^{发} = \frac{K \psi_{BC} (1 + v_{发BC}^2) + (v_{技BC}'')^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{K \psi_{BC}} - 1 \right)} + 0.1$	$n_{列BC}^{发} = 0.59^*$				$n_{列BC}^{发} = 0.59$				$n_{列BC}^{发} = 0.59$			
35	BD区段待发列车的平均列数 $n_{列BD}^{发} = \frac{K \psi_{BD} (1 + v_{发BD}^2) + (v_{技BD}'')^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{K \psi_{BD}} - 1 \right)} + 0.1$	$n_{列BD}^{发} = 0.49^*$				$n_{列BD}^{发} = 0.49$				$n_{列BD}^{发} = 0.49$			
36	上行待发列车总数, $n_{列 \cdot 上}^{发} = n_{列 \cdot BC}^{发} + n_{列 \cdot BD}^{发}$	$n_{列 \cdot 上}^{发} = 0.59 + 0.49 = 1.08$				$n_{列 \cdot 上}^{发} = 0.59 + 0.49 = 1.08$				$n_{列 \cdot 上}^{发} = 0.59 + 0.49 = 1.08$			
37	出发场上行列车需要的线路数, $\Pi_{上} = 0.015 [(N_{直} + N_{编})_{BC} + (N_{直} + N_{编})_{BD}] + n_{列 \cdot 上}^{发} + n_{机 \cdot 上} + n_{列 \cdot 下}^{发} + 2 \sqrt{(n_{作}^{作})^2 + (n_{电 \cdot 上}^{电 \cdot 上} + 0.5)^2 + (n_{内 \cdot 上}^{内 \cdot 上} + 0.5)^2 + (n_{列 \cdot BC}^{发} + 0.5)^2 + (n_{列 \cdot BD}^{发} + 0.5)^2}$	$\Pi_{上} = 0.015 (55 + 20) + 1.85 + 1.75 + 1.08 + 2 \sqrt{1.85^2 + (1.12 + 0.5)^2 + (0.63 + 0.5)^2 + (0.59 + 0.5)^2} + (0.49 + 0.5)^2 = 12$				$\Pi_{上} = 0.015 (55 + 20) + 1.85 + 2.43 + 1.08 + 2 \sqrt{1.85^2 + (1.8 + 0.5)^2 + (0.63 + 0.5)^2 + (0.59 + 0.5)^2} + (0.49 + 0.5)^2 = 14$				$\Pi_{上} = 0.015 (50 + 20) + 1.85 + 2.05 + 1.08 + 2 \sqrt{1.85^2 + (1.12 + 0.5)^2 + (0.93 + 0.5)^2 + (0.59 + 0.5)^2} + (0.49 + 0.5)^2 = 13$			
38	出发场下行列车需要的线路数 $\Pi_{下} = 0.015 (N_{直} + N_{编})_{BA} + n_{列 \cdot 下}^{发} + n_{电 \cdot 下}^{电 \cdot 下} + n_{列 \cdot BA}^{发} + 2 \sqrt{(n_{作}^{作})^2 + (n_{电 \cdot 下}^{电 \cdot 下} + 0.5)^2 + (n_{列 \cdot BA}^{发} + 0.5)^2}$	$\Pi_{下} = 0.015 \times 50 + 1.24 + 1.01 + 0.39 + 2 \sqrt{1.24^2 + (1.01 + 0.5)^2 + (0.39 + 0.5)^2} = 8$				$\Pi_{下} = 0.015 \times 50 + 1.24 + 1.63 + 0.39 + 2 \sqrt{1.24^2 + (1.63 + 0.5)^2 + (0.39 + 0.5)^2} = 10$				$\Pi_{下} = 0.015 \times 50 + 1.24 + 1.01 + 0.39 + 2 \sqrt{1.24^2 + (1.01 + 0.5)^2 + (0.39 + 0.5)^2} = 8$			
39	出发场考虑一条走行线的线路总数 $\Pi_{线} = \Pi_{上} + \Pi_{下} + 1$	$\Pi = 12 + 8 + 1 = 21$				$\Pi = 14 + 10 + 1 = 25$				$\Pi = 13 + 8 + 1 = 22$			
40	铺设和维修出发场线路的年度换算费用 $E_{线} = \Pi \left(\frac{A_{线}}{t_{还}} + \vartheta_{线} \right)$	$E_{线} = 21 \times 20000 = 420000$ 卢布				$E_{线} = 25 \times 20000 = 500000$ 卢布				$E_{线} = 22 \times 20000 = 440000$ 卢布			
41	方案总的年度换算费用 $E_{年} = E_{班} + E_{时} + E_{机} + E_{线}$	$E_{年} = 518.4 + 895.85 + 321.93 + 420 = 2156.2 = 215.62$ 万卢布				$E_{年} = 518.4 + 963.6 + 258 + 500 = 2240 = 224$ 万卢布				$E_{年} = 518.4 + 918.443 + 308.373 + 440 = 218.52$ 万卢布			

* 参见方案1

** 参见方案5

指 顺 标 序 号	指 标 名 称	方 案 1 X = 3; t _{峰周} = 0.26; T _{峰编} = 0; M _调 = 1 S _发 = 3; X _发 = 2; ψ _电 = 0.7	方 案 3 X = 3; t _{峰周} = 0.26; T _{峰编} = 0; M _调 = 1; S _发 = 2; X _发 = 3; ψ _电 = 0.7
1	到达场车列技检的平均时间 $t_{\text{技检}} = \frac{\pi m}{X}$	$\frac{0.016 \times 50}{8} = 0.27 \text{ 小时}$	0.27 小时
2	到达场车辆技检所每班的负荷 $\psi_{\text{班}} = \frac{N_{\text{解}} t_{\text{技检}}}{24}$	$\frac{50 \times 0.27}{24} = 0.56$	0.56
3	有结束车组的车列在到达场等待技检的平均时间 $t_{\text{等终技检}} = \frac{\psi_{\text{班}}(v_{\text{到}}^2 + v_{\text{技检}}^2)}{2(1 - \gamma \psi_{\text{班}})} t_{\text{技检}}$	$\frac{0.56(0.75^2 + 0.2^2)}{2(1 - 0.7 \times 0.56)} \times 0.27 = 0.07 \text{ 小时}$	0.07 小时
4	所有车列在到达场等待技检的平均时间 $t_{\text{等技检}} = \frac{\psi_{\text{班}}(v_{\text{到}}^2 + v_{\text{技检}}^2)}{2(1 - \psi_{\text{班}})} t_{\text{技检}}$	$\frac{0.56(0.75^2 + 0.2^2)}{2(1 - 0.56)} \times 0.27 = 0.10 \text{ 小时}$	0.10 小时
5	在到达场等待技检和进行技检的(根据最大月的工作量)平均车列数 $n_{\text{列技检}} = \frac{1 + v_{\text{到}}^2 - K \text{不} \psi_{\text{班}}(1 - v_{\text{技检}}^2)}{2\left(\frac{1}{K \text{不} \psi_{\text{班}}} - 1\right)}$	$\frac{1 + 0.75^2 - 1.1 \times 0.56(1 - 0.2^2)}{2\left(\frac{1}{1.1 \times 0.56} - 1\right)} = 0.78$	0.78
6	到达场技检完了时间之间, 间隔时间的偏差系数 $\gamma_{\text{技}} = \gamma_{\text{到}} - \frac{1}{2}(\gamma_{\text{到}} - \gamma_{\text{技检}}) \psi_{\text{班}}^2 \gamma_{\text{到}}$	$0.75 - \frac{1}{2} \times (0.75 - 0.2) 0.56^{2 \times 0.75} = 0.64$	0.64
7	考虑到驼峰作业技术中断和编组占用驼峰的间隔时间平均值 $t_{\text{峰}} = t_{\text{峰周}} \left(1 + \frac{T_{\text{断}} + T_{\text{峰编}}}{24 - (T_{\text{断}} + T_{\text{峰编}})}\right)$	$0.26 \left(1 + \frac{2}{24 - 2}\right) = 0.28 \text{ 小时}$	0.28
8	驼峰负荷 $\psi_{\text{峰}} = \frac{N_{\text{解}} t_{\text{峰}}}{24}$	$\frac{50 \times 0.28}{24} = 0.58$	0.58
9	有结束车组的车列等待解体的平均时间 $t_{\text{等终解}} = \frac{\psi_{\text{峰}}(v_{\text{技}}^2 + v_{\text{峰}}^2)}{2(1 - \gamma \psi_{\text{峰}})} t_{\text{峰}}$	$\frac{0.58(0.64^2 + 0.4^2)}{2(1 - 0.7 \times 0.58)} \times 0.28 = 0.08 \text{ 小时}$	0.08 小时
10	所有车列等待解体的平均时间 $t_{\text{等解}} = \frac{\psi_{\text{峰}}(v_{\text{技}}^2 + v_{\text{峰}}^2)}{2(1 - \psi_{\text{峰}})} t_{\text{峰}}$	$\frac{0.58(0.64^2 + 0.4^2)}{2(1 - 0.58)} \times 0.28 = 0.11 \text{ 小时}$	0.11 小时
11	到达场等待解体的平均车列数 $n_{\text{列解}} = \frac{K \text{不} \psi_{\text{峰}}(1 + v_{\text{技}}^2) + v_{\text{技}}^2 - 1}{2\left(\frac{1}{K \text{不} \psi_{\text{峰}}} - 1\right)} + 0.1$	$\frac{1.1 \times 0.58(1 + 0.4^2) + 0.64^2 - 1}{2\left(\frac{1}{1.1 \times 0.58} - 1\right)} + 0.1 = 0.23$	0.23
12	到达场需要的股道数 $\Pi = 0.01 N_{\text{解}} + n_{\text{技检}} + n_{\text{列解}} + 2\sqrt{(n_{\text{技检}})^2 + (n_{\text{列解}} + 0.5)^2} + 1$	$0.01 \times 50 + 0.78 + 0.23 + 2\sqrt{0.78^2 + (0.23 + 0.5)^2} + 1 = 5$	5
13	与到达场车辆技检所每班工资有关的年度费用 $E_{\text{班到}} = 54 X C_{\text{班月}}$	$54 \times 3 \times 600 = 97200 \text{ 卢布}$	97200 卢布
14	与到达场车列停留时间有关的年度换算费用 $E_{\text{到}} = 365 N_{\text{解}} m(t_{\text{等终技}} + t_{\text{技检}} + t_{\text{等终解}}) C_{\text{车时}}$	$365 \times 50 \times 50(0.07 + 0.27 + 0.08) 0.3 = 114975 \text{ 卢布}$	114975 卢布
15	与加强驼峰能力及维修驼峰有关的年度换算费用 $E_{\text{峰}}$ (参见表 2.8)	56000 卢布	56000 卢布
16	与铺设和养护到达场线路有关的年度换算费用 $E_{\text{线到}} = \left(\frac{A_{\text{线}}}{t_{\text{还}}} - \vartheta_{\text{线}}\right) \Pi$	$20000 \times 5 = 100000 \text{ 卢布}$	100000 卢布
17	牵出线上作业的调车机车负荷 $\psi_{\text{调}} = \frac{N_{\text{编}} t_{\text{编}} - T_{\text{峰编}}}{24 M_{\text{调}}}$	$\frac{50 \times 0.29}{24} = 0.6$	0.6
18	全部车列等待编组的平均时间 $t_{\text{等编}} = \frac{\psi_{\text{调}}(v_{\text{集}}^2 + v_{\text{编}}^2)}{2(1 - \psi_{\text{调}})} \left(t_{\text{编}} - \frac{T_{\text{峰编}}}{N_{\text{编}}}\right)$	$\frac{0.6(0.95^2 + 0.4^2)}{2(1 - 0.6)} \times 0.29 = 0.23 \text{ 小时}$	0.23 小时
19	有列车机车保证的车列等待编组的平均时间 $t_{\text{等机编}} = \frac{\psi_{\text{调}}(v_{\text{集}}^2 + v_{\text{编}}^2)}{2(1 - Z \psi_{\text{编}})} \left(t_{\text{编}} - \frac{T_{\text{峰编}}}{N_{\text{编}}}\right)$	$\frac{0.6(0.95^2 + 0.4^2)}{2(1 - 0.8 \times 0.6)} \times 0.29 = 0.18 \text{ 小时}$	0.18 小时
20	根据最大月的日均工作量, 在牵出线上作业的调车机车负荷 $\psi'_{\text{调}} = \frac{K \text{不} N_{\text{编}} t_{\text{编}} - T_{\text{峰编}}}{24 M_{\text{调}}}$	$\frac{1.1 \times 50 \times 0.29}{24} = 0.66$	0.66
21	在调车线上等待 1 台调车机车编组 and 进行编组集结的平均车列数 $n_{\text{列编}} = \frac{1 + v_{\text{集}}^2 - \psi'_{\text{调}}(1 - v_{\text{编}}^2)}{2\left(\frac{1}{\psi'_{\text{调}}} - 1\right)}$	$\frac{1 + 0.95^2 - 0.66(1 - 0.4^2)}{2\left(\frac{1}{0.66} - 1\right)} = 1.3$	1.3
22	调车场和直通场车辆技检所每班的负荷 $\psi_{\text{班发}} = \frac{\sum_{i=1}^d (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_i t_{\text{作}}}{24 S_{\text{发}}}$	$\frac{80 \times 0.47}{24 \times 3} = 0.52$	$\frac{80 \times 0.38}{24 \times 2} = 0.63$
23	发往所有邻接区段的车列出现(列车到达直通场或车列在调车场编组完了)时刻之间, 间隔时间的偏差系数 $\gamma_{\text{到发}} = \sqrt[4]{\frac{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{BC} v_{BC}^2 + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{BD} v_{BD}^2 + (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{BE} v_{BE}^2}{\sum_{i=1}^d (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_i}}$	$\sqrt[4]{\frac{45 \times 0.85^2 + 18 \times 0.75^2 + 17 \times 0.8^2}{80}} = 0.9$	0.9
24	直通场和调车场车列等待技检的平均时间 $t_{\text{等作}} = \frac{S_{\text{发}}^{-1} \psi_{\text{班发}} S_{\text{发}}(v_{\text{到发}}^2 + v_{\text{作}}^2) t_{\text{作}}}{S_{\text{发}}! 2(1 - \psi_{\text{班发}})^2} \times \left(\frac{S_{\text{发}}^{\text{发}} \psi_{\text{班发}}^{\text{发}}}{S_{\text{发}}! (1 - \psi_{\text{班发}})} + \sum_{n=0}^{S_{\text{发}}-1} \frac{S_{\text{发}}^n \psi_{\text{班发}}^n}{n!}\right)^{-1}$	$\frac{3^2 \times 0.52^3 (0.9^2 + 0.3^2) 0.47}{3! 2(1 - 0.52)^2} \times \left(\frac{3^3 \times 0.52^3}{3! (1 - 0.52)} + 1 + \frac{3 \times 0.52}{1} + \frac{3^2 \times 0.52^2}{2!}\right)^{-1} = 0.04 \text{ 小时}$	$\frac{0.63^3 (0.9^2 + 0.3^2)}{2(1 - 0.63)^2} \times 0.38 = 0.11 \text{ 小时}$
25	有列车机车保证的车列等待技检的平均时间 $t_{\text{等机作}} = \frac{S_{\text{发}}^{-1} \psi_{\text{班发}} S_{\text{发}}(v_{\text{到发}}^2 + v_{\text{作}}^2) t_{\text{作}}}{S_{\text{发}}! 2(1 - Z \psi_{\text{班发}})^2} \times \left(\frac{S_{\text{发}}^{\text{发}} (Z \psi_{\text{班发}})^{\text{发}}}{S_{\text{发}}! (1 - Z \psi_{\text{班发}})} + \sum_{n=0}^{S_{\text{发}}-1} \frac{S_{\text{发}}^n (Z \psi_{\text{班发}})^n}{n!}\right)^{-1}$	$\frac{3^2 \times 0.52^3 (0.9^2 + 0.3^2) 0.47}{2! 2(1 - 0.8 \times 0.52)^2} \times \left(\frac{3^3 (0.8 \times 0.52)^3}{3! (1 - 0.8 \times 0.52)} + 1 + \frac{3 \times 0.8 \times 0.52}{1} + \frac{3^2 (0.8 \times 0.52)^2}{2!}\right)^{-1} = 0.04 \text{ 小时}$	$\frac{0.63^3 (0.9^2 + 0.3^2)}{2(1 - (0.8 \times 0.63)^2)} \times 0.38 = 0.09 \text{ 小时}$
26	直通场和调车场等待技检和正在进行技检的(最大月工作量)平均车列数 $n_{\text{列作}} = \frac{S_{\text{发}}^{\text{发}} (K \text{不} \psi_{\text{班发}})^{S_{\text{发}}+1} (v_{\text{到发}}^2 + v_{\text{作}}^2)}{S_{\text{发}}! 2(1 - K \text{不} \psi_{\text{班发}})^2} \times \left(\frac{S_{\text{发}}^{\text{发}} (K \text{不} \psi_{\text{班发}})^{S_{\text{发}}}}{S_{\text{发}}! (1 - K \text{不} \psi_{\text{班发}})} + \sum_{n=0}^{S_{\text{发}}-1} \frac{S_{\text{发}}^n (K \text{不} \psi_{\text{班发}})^n}{n!}\right)^{-1} + K \text{不} \psi_{\text{班发}} S_{\text{发}} \frac{1 + v_{\text{到发}}^2}{2}$	$\frac{3^3 (1.1 \times 0.52)^4 (0.9^2 + 0.3^2)}{3! 2(1 - 1.1 \times 0.52)^2} \times \left(\frac{3^3 (1.1 \times 0.52)^3}{3! (1 - 1.1 \times 0.52)} + 1 + \frac{3 \times 1.1 \times 0.52}{1} + \frac{3^2 (1.1 \times 0.52)^2}{2!}\right)^{-1} + 1.1 \times 0.52 \times 3 \frac{1 + 0.9^2}{2} = 1.73$	$\frac{(1.1 \times 0.63)^3 (0.9^2 + 0.3^2)}{1 - (1.1 \times 0.63)^2} + 1.1 \times 0.63(1 + 0.9^2) = 1.69$

指 顺 序 号	指 标 名 称	方 案 1 $X=3; t_{\text{峰}}^{\text{调}}=0.26; T_{\text{编}}^{\text{峰}}=0; M_{\text{调}}=1; S_{\text{发}}=3; X_{\text{发}}=2; \psi_{\text{电}}=0.7$	方 案 8 $X=3; t_{\text{峰}}^{\text{调}}=0.26; T_{\text{编}}^{\text{峰}}=0; M_{\text{调}}=1; S_{\text{发}}=3; X_{\text{发}}=3; \psi_{\text{电}}=0.7$
27	直通列车在直通场等待技检和正在进行技检的平均车列数 $n_{\text{列} \cdot \text{直}} = n_{\text{列}} \frac{\sum_{i=1}^d N_{\text{直}i}}{\sum_{i=1}^d (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_i}$	$1.73 \frac{30}{80} = 0.65$	$1.69 \frac{30}{80} = 0.63$
28	在调车场等待技检和正在进行技检的自编列车平均车列数 $n_{\text{列} \cdot \text{编}} = n_{\text{列}} - n_{\text{列} \cdot \text{直}}$	$1.73 - 0.65 = 1.08$	$1.69 - 0.63 = 1.06$
29	直通场和调车场所有车列技检终了时刻之间, 间隔时间的偏差系数 $\nu_{\text{技} \cdot \text{发}} = \nu_{\text{到} \cdot \text{发}} - \frac{1}{2S} (\nu_{\text{到} \cdot \text{发}} - \nu_{\text{作}}) \psi_{\text{班}}^{2\nu_{\text{到发}}}$	$0.9 - \frac{1}{2 \cdot 3} (0.9 - 0.3) 0.52^{2 \times 0.9} = 0.87$	$0.9 - \frac{1}{2 \cdot 2} (0.9 - 0.3) 0.63^{2 \times 0.9} = 0.83$
30	电力列车机车待挂平均时间 $t_{\text{等}}^{\text{电}} = \frac{12 \psi_{\text{电}}^2 (\nu_{\text{技} \cdot \text{发}}^2 + \nu_{\text{电}}^2)}{\sum_{i=1}^d (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_i (1 - \psi_{\text{电}})}$	$\frac{12 \times 0.7^2 (0.87^2 + 0.7^2)}{80 (1 - 0.7)} = 0.3 \text{小时}$	$\frac{12 \times 0.7^2 (0.83^2 + 0.7^2)}{80 (1 - 0.7)} = 0.29 \text{小时}$
31	调车场和直通场待挂列车机车的平均列数 $n_{\text{列}} = \frac{K \text{不} \psi_{\text{电}} (1 + \nu_{\text{电}}^2) + \nu_{\text{技} \cdot \text{发}}^2 \text{发} - 1}{2 \left(\frac{1}{K \text{不} \psi_{\text{电}}} - 1 \right)} + 0.1$	$\frac{1.1 \times 0.7 (1 + 0.7^2) + 0.87^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{1.1 \times 0.7} - 1 \right)} + 0.1 = 1.61$	$\frac{1.1 \times 0.7 (1 + 0.7^2) + 0.83^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{1.1 \times 0.7} - 1 \right)} + 0.1 = 1.5$
32	直通场待挂电力列车机车的直通列车平均列数 $n_{\text{列} \cdot \text{直}} = n_{\text{列}}^{\text{电}} \frac{\sum_{i=1}^d N_{\text{直}i}}{\sum_{i=1}^d (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_i}$	$1.61 \frac{30}{80} = 0.6$	$1.5 \frac{30}{80} = 0.56$
33	调车场待挂电力列车机车的自编列车平均数 $n_{\text{列} \cdot \text{编}} = n_{\text{列}}^{\text{电}} - n_{\text{列} \cdot \text{直}}^{\text{电}}$	$1.61 - 0.6 = 1.01$	$1.5 - 0.56 = 0.94$
34	发往BC区段的全部车列(直通列车和自编列车)技检终了时刻之间, 间隔时间的偏差系数 $\nu_{\text{BC}}' = \nu_{\text{BC}} - \frac{1}{2S_{\text{发}}} (\nu_{\text{BC}} - \nu_{\text{作}}) \psi_{\text{班发}}^{2\nu_{\text{BC}}}$	$0.85 - \frac{1}{2 \times 3} (0.85 - 0.3) \times 0.52^{2 \times 0.85} = 0.82$	$0.85 - \frac{1}{2 \times 2} (0.85 - 0.3) \times 0.63^{2 \times 0.85} = 0.78$
35	发往BC区段车列连挂电力列车机车时刻之间, 间隔时间的偏差系数 $\nu_{\text{BC}}'' = \nu_{\text{BC}}' - \frac{1}{2} (\nu_{\text{BC}}' - \nu_{\text{电}}) \psi_{\text{电}}^{2\nu_{\text{BC}}'}$	$0.82 - \frac{1}{2} (0.82 - 0.7) \times 0.7^{2 \times 0.82} = 0.79$	$0.78 - \frac{1}{2} (0.78 - 0.7) \times 0.7^{2 \times 0.78} = 0.76$
36	发往BD区段全部车列(直通列车和自编列车)技检终了时刻之间, 间隔时间的偏差系数 $\nu_{\text{BD}}' = \nu_{\text{BD}} - \frac{1}{2S_{\text{发}}} (\nu_{\text{BD}} - \nu_{\text{作}}) \psi_{\text{班发}}^{2\nu_{\text{BD}}}$	$0.75 - \frac{1}{2 \times 3} (0.75 - 0.3) \times 0.52^{2 \times 0.75} = 0.72$	$0.75 - \frac{1}{2 \times 2} (0.75 - 0.3) \times 0.63^{2 \times 0.75} = 0.69$
37	发往BD区段的车列连挂电力列车机车时刻之间, 间隔时间的偏差系数 $\nu_{\text{BD}}'' = \nu_{\text{BD}}' - \frac{1}{2} (\nu_{\text{BD}}' - \nu_{\text{电}}) \psi_{\text{电}}^{2\nu_{\text{BD}}'}$	$0.72 - \frac{1}{2} (0.72 - 0.7) \times 0.7^{2 \times 0.72} = 0.71$	$0.69 - \frac{1}{2} (0.69 - 0.7) \times 0.7^{2 \times 0.69} = 0.69$
38	由车辆技检所每班完成发往BE区段全部车列(直通的和自编的)技检终了时刻之间, 间隔时间的偏差系数 $\nu_{\text{BE}}' = \nu_{\text{BE}} - \frac{1}{2S_{\text{发}}} (\nu_{\text{BE}} - \nu_{\text{作}}) \psi_{\text{班发}}^{2\nu_{\text{BE}}}$	$0.8 - \frac{1}{2 \times 3} (0.8 - 0.3) \times 0.52^{2 \times 0.8} = 0.77$	$0.8 - \frac{1}{2 \times 2} (0.8 - 0.3) \times 0.63^{2 \times 0.8} = 0.74$
39	发往BE区段车列连挂电力列车机车时刻之间, 间隔时间的偏差系数 $\nu_{\text{BE}}'' = \nu_{\text{BE}}' - \frac{1}{2} (\nu_{\text{BE}}' - \nu_{\text{电}}) \psi_{\text{电}}^{2\nu_{\text{BE}}'}$	$0.77 - \frac{1}{2} (0.77 - 0.7) \times 0.7^{2 \times 0.77} = 0.75$	$0.74 - \frac{1}{2} (0.74 - 0.7) \times 0.7^{2 \times 0.74} = 0.73$
40	BC区段的负荷 $\psi_{\text{BC}} = \frac{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}}}{n_{\text{货BC}}}$	$\frac{45}{80} = 0.56$	0.56
41	BD区段的负荷 $\psi_{\text{BD}} = \frac{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BD}}}{n_{\text{货BD}}}$	$\frac{18}{30} = 0.6$	0.6
42	BE区段的负荷 $\psi_{\text{BE}} = \frac{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BE}}}{n_{\text{货BE}}}$	$\frac{17}{25} = 0.68$	0.68
43	BC区段平均待发时间 $t_{\text{等BC}}^{\text{发}} = \frac{12 \psi_{\text{BC}} [(\nu_{\text{BC}}'')^2 + \nu_{\text{发BC}}^2]}{n_{\text{货BC}} (1 - \psi_{\text{BC}})}$	$\frac{12 \times 0.56 (0.79^2 + 0.7^2)}{80 (1 - 0.56)} = 0.21 \text{小时}$	$\frac{12 \times 0.56 (0.76^2 + 0.7^2)}{80 (1 - 0.56)} = 0.2 \text{小时}$
44	BD区段平均待发时间 $t_{\text{等BD}}^{\text{发}} = \frac{12 \psi_{\text{BD}} [(\nu_{\text{BD}}'')^2 + \nu_{\text{发BD}}^2]}{n_{\text{货BD}} (1 - \psi_{\text{BD}})}$	$\frac{12 \times 0.6 (0.71^2 + 0.5^2)}{30 (1 - 0.6)} = 0.45 \text{小时}$	$\frac{12 \times 0.6 (0.69^2 + 0.5^2)}{30 (1 - 0.6)} = 0.44 \text{小时}$
45	BE区段平均待发时间 $t_{\text{等BE}}^{\text{发}} = \frac{12 \psi_{\text{BE}} [(\nu_{\text{BE}}'')^2 + \nu_{\text{发BE}}^2]}{n_{\text{货BE}} (1 - \psi_{\text{BE}})}$	$\frac{12 \times 0.68 (0.75^2 + 0.4^2)}{25 (1 - 0.68)} = 0.74 \text{小时}$	$\frac{12 \times 0.68 (0.73^2 + 0.4^2)}{25 (1 - 0.68)} = 0.71 \text{小时}$
46	所有区段的平均待发时间 $t_{\text{等}}^{\text{发}} = \frac{t_{\text{等BC}}^{\text{发}} (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}} + t_{\text{等BD}}^{\text{发}} (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BD}} + t_{\text{等BE}}^{\text{发}} (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BE}}}{\sum_{i=1}^d (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_i}$	$\frac{0.21 \times 45 + 0.45 \times 18 + 0.74 \times 17}{80} = 0.38 \text{小时}$	$\frac{0.21 \times 45 + 0.44 \times 18 + 0.71 \times 17}{80} = 0.36 \text{小时}$
47	调车场和直通场等待发往BC区段(按最大月行车量)全部车列的平均列数 $n_{\text{列BC}}^{\text{发}} = \frac{K \text{不} \psi_{\text{BC}} (1 + \nu_{\text{发BC}}^2) + (\nu_{\text{BC}}'')^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{K \text{不} \psi_{\text{BC}}} - 1 \right)} + 0.1$	$\frac{1.1 \times 0.56 (1 + 0.7^2) + 0.79^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{1.1 \times 0.56} - 1 \right)} + 0.1 = 0.53$	$\frac{1.1 \times 0.56 (1 + 0.7^2) + 0.76^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{1.1 \times 0.56} - 1 \right)} + 0.1 = 0.5$
48	直通场等待发往BC区段的直通车列的平均列数 $n_{\text{列} \cdot \text{直BC}}^{\text{发}} = n_{\text{列BC}}^{\text{发}} \frac{N_{\text{直BC}}}{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BC}}}$	$0.53 \frac{15}{45} = 0.18$	$0.5 \frac{15}{45} = 0.17$
49	调车场等待发往BC区段的自编车列的平均列数 $n_{\text{列} \cdot \text{编BC}}^{\text{发}} = n_{\text{列BC}}^{\text{发}} - n_{\text{列} \cdot \text{直BC}}^{\text{发}}$	$0.53 - 0.18 = 0.35$	$0.5 - 0.17 = 0.33$
50	调车场和直通场等待发往BD区段全部车列(直通的和自编的)的平均列数 $n_{\text{列} \cdot \text{BD}}^{\text{发}} = \frac{K \text{不} \psi_{\text{BD}} (1 + \nu_{\text{发BD}}^2) + (\nu_{\text{BD}}'')^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{K \text{不} \psi_{\text{BD}}} - 1 \right)} + 0.1$	$\frac{1.1 \times 0.6 (1 + 0.5^2) + 0.71^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{1.1 \times 0.6} - 1 \right)} + 0.1 = 0.42$	$\frac{1.1 \times 0.6 (1 + 0.5^2) + 0.69^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{1.1 \times 0.6} - 1 \right)} + 0.1 = 0.39$
51	直通场等待发往BD区段直通车列的平均列数 $n_{\text{列} \cdot \text{BD}}^{\text{发}} = n_{\text{列BD}}^{\text{发}} \frac{N_{\text{直BD}}}{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BD}}}$	$0.42 \frac{8}{18} = 0.19$	$0.39 \frac{8}{18} = 0.17$
52	调车场等待发往BD区段自编车列的平均列数 $n_{\text{列} \cdot \text{编BD}}^{\text{发}} = n_{\text{列BD}}^{\text{发}} - n_{\text{列} \cdot \text{直BD}}^{\text{发}}$	$0.42 - 0.19 = 0.23$	$0.39 - 0.17 = 0.22$
53	调车场和直通场等待发往BE区段全部车列的平均列数 $n_{\text{列BE}}^{\text{发}} = \frac{K \text{不} \psi_{\text{BE}} (1 + \nu_{\text{发BE}}^2) + (\nu_{\text{BE}}'')^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{K \text{不} \psi_{\text{BE}}} - 1 \right)} + 0.1$	$\frac{1.1 \times 0.68 (1 + 0.4^2) + 0.75^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{1.1 \times 0.68} - 1 \right)} + 0.1 = 0.74$	$\frac{1.1 \times 0.68 (1 + 0.4^2) + 0.73^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{1.1 \times 0.68} - 1 \right)} + 0.1 = 0.69$
54	直通场等待发往BE区段直通车列的平均列数 $n_{\text{列} \cdot \text{直BE}}^{\text{发}} = n_{\text{列BE}}^{\text{发}} \frac{N_{\text{直BE}}}{(N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_{\text{BE}}}$	$0.74 \frac{7}{17} = 0.3$	$0.69 \frac{7}{17} = 0.29$
55	调车场等待发往BE区段自编车列的平均列数 $n_{\text{列} \cdot \text{编BE}}^{\text{发}} = n_{\text{列BE}}^{\text{发}} - n_{\text{列} \cdot \text{直BE}}^{\text{发}}$	$0.74 - 0.3 = 0.44$	$0.69 - 0.29 = 0.4$

续表 2.19

指 标	指 标 名 称	方 案 1 $X=3, t_{\text{周峰}}=0.26, T_{\text{峰编}}=0, M_{\text{调}}=1, S_{\text{发}}=3, X_{\text{发}}=2, \psi_{\text{电}}=0.7$	方 案 3 $X=3, t_{\text{周峰}}=0.26, T_{\text{峰编}}=0, M_{\text{调}}=1, S_{\text{发}}=2, X_{\text{发}}=3, \psi_{\text{电}}=0.7$
56	直通场需要的线路数 $\Pi_{\text{直}} = 0.015 \sum_{i=1}^d N_{\text{直}i} + n_{\text{列} \cdot \text{直}}^{\text{作}} + n_{\text{列} \cdot \text{直}}^{\text{电}} + n_{\text{列} \cdot \text{直BC}}^{\text{发}} + n_{\text{列} \cdot \text{直BD}}^{\text{发}} + n_{\text{列} \cdot \text{直BE}}^{\text{发}}$ $+ 2 \sqrt{(n_{\text{列} \cdot \text{直}}^{\text{作}})^2 + (n_{\text{列} \cdot \text{直}}^{\text{电}} + 0.5)^2 + (n_{\text{列} \cdot \text{直BC}}^{\text{发}} + 0.5)^2 + (n_{\text{列} \cdot \text{直BD}}^{\text{发}} + 0.5)^2 + (n_{\text{列} \cdot \text{直BE}}^{\text{发}} + 0.5)^2}$	$0.015 \times 30 + 0.65 + 0.6 + 0.18 + 0.19 + 0.3$ $+ 2 \sqrt{0.65^2 + (0.6 + 0.5)^2 + (0.18 + 0.5)^2 + (0.19 + 0.5)^2 + (0.3 + 0.5)^2} = 6$	$0.015 \times 30 + 0.63 + 0.56 + 0.17 + 0.17 + 0.29$ $+ 2 \sqrt{0.63^2 + (0.56 + 0.5)^2 + (0.17 + 0.5)^2 + (0.17 + 0.5)^2 + (0.29 + 0.5)^2} = 6$
57	集结的车列在调车场等待编组和正在编组, 等待技检和正在技检, 等待连挂列车机车和等待往区段发车需要增加的线路数 $\Pi_{\text{增}} = 0.01 \sum_{i=1}^d N_{\text{编}i} + n_{\text{列} \cdot \text{编}}^{\text{调}} M_{\text{调}} + n_{\text{列} \cdot \text{编}}^{\text{作}} + n_{\text{列} \cdot \text{编}}^{\text{电}} + n_{\text{列} \cdot \text{编BC}}^{\text{发}} + n_{\text{列} \cdot \text{编BE}}^{\text{发}} + n_{\text{列} \cdot \text{编BE}}^{\text{发}}$ $+ 2 \sqrt{M_{\text{调}}(n_{\text{列} \cdot \text{编}}^{\text{调}})^2 + (n_{\text{列} \cdot \text{编}}^{\text{作}} + 0.5)^2 + (n_{\text{列} \cdot \text{编BC}}^{\text{发}} + 0.5)^2 + (n_{\text{列} \cdot \text{编BD}}^{\text{发}} + 0.5)^2 + (n_{\text{列} \cdot \text{编BE}}^{\text{发}} + 0.5)^2}$	$0.01 \times 50 + 1.3 + 1.08 + 1.01 + 0.35 + 0.23 + 0.44$ $+ 2 \sqrt{1.3^2 + 1.08^2 + (1.01 + 0.5)^2 + (0.35 + 0.5)^2 + (0.23 + 0.5)^2 + (0.44 + 0.5)^2} = 11$	$0.01 \times 50 + 1.3 + 1.06 + 0.94 + 0.33 + 0.22 + 0.4$ $+ 2 \sqrt{1.3^2 + 1.06^2 + (0.94 + 0.5)^2 + (0.33 + 0.5)^2 + (0.22 + 0.5)^2 + (0.4 + 0.5)^2} = 10$
58	调车场总共需要的线路数 $\Pi_{\text{调}} = \Pi_{\text{技}} + \Pi_{\text{增}}$	$16 + 11 = 27$	$16 + 10 = 26$
59	调车场和直通场车辆停留时间的年度换算费用 $E_{\text{时} \cdot \text{调}}^{\text{直}} = 365 N_{\text{编}} m t_{\text{等} \cdot \text{机}}^{\text{编}} C_{\text{车时}} + 365 \sum_{i=1}^d (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_i \cdot m(t_{\text{等} \cdot \text{机}}^{\text{作}} + t_{\text{作}} + t_{\text{等} \cdot \text{电}} + t_{\text{等} \cdot \text{发}}) C_{\text{车时}}$	$365 \times 50 \times 50 \times 0.18 \times 0.3 + 365 \times 80 \times 50 \times (0.04 + 0.47 + 0.3 + 0.38) \times 0.3 = 570495 \text{ 卢布}$	$365 \times 50 \times 50 \times 0.18 \times 0.3 + 365 \times 80 \times 50 \times (0.09 + 0.38 + 0.29 + 0.36) \times 0.3 = 539835 \text{ 卢布}$
60	保养调车机车的年度换算费用 $E_{\text{调}} = 365 M_{\text{调}} C_{\text{调}}$	$365 \times 1 \times 200 = 73000 \text{ 卢布}$	73000 卢布
61	保养站线上等待车列的列车机车和乘务组的年度换算费用 $E_{\text{电}} = 365 \sum_{i=1}^d (N_{\text{直}} + N_{\text{编}})_i \left(\frac{1}{\psi_{\text{电}}} - 1 \right) t_{\text{电}} C_{\text{机时}}$	$365 \times 80 \left(\frac{1}{0.7} - 1 \right) 2 \times 10 = 250286 \text{ 卢布}$	250286 卢布
62	铺设和养护直通场线路的年度换算费用 $E_{\text{线}}^{\text{直}} = \left(\frac{A_{\text{线}}}{t_{\text{还}}} + \Theta_{\text{线}} \right) \Pi_{\text{直}}$	$20000 \times 6 = 120000 \text{ 卢布}$	120000 卢布
63	铺设和养护调车场增加线路有关的年度换算费用 $E_{\text{线}}^{\text{调}} = \left(\frac{A_{\text{线}}^{\text{调}}}{t_{\text{还}}} + \Theta_{\text{线}}^{\text{调}} \right) \Pi_{\text{增}}$	$15000 \times 11 = 165000 \text{ 卢布}$	$15000 \times 10 = 150000 \text{ 卢布}$
64	与调车场和直通场车列技检所每班工资有关的年度换算费用 $E_{\text{班}}^{\text{发}} = 54 S_{\text{发}} X_{\text{发}} C_{\text{月}}^{\text{组}}$	$54 \times 3 \times 2 \times 1200 = 388800 \text{ 卢布}$	$54 \times 2 \times 3 \times 1200 = 388800 \text{ 卢布}$
65	方案年度总比较的换算费用 $E_{\text{年}} = E_{\text{到班}} + E_{\text{到时}} + E_{\text{峰}} + E_{\text{到线}} + E_{\text{时} \cdot \text{调}}^{\text{直}} + E_{\text{调}} + E_{\text{电}} + E_{\text{线}}^{\text{直}} + E_{\text{线}}^{\text{调}} + E_{\text{班}}^{\text{发}}$	$97.2 + 114.98 + 56 + 100 + 570.5 + 73 + 250.29 + 120 + 165 + 380.8 = 193.6 \text{ 万卢布时}$	$97.2 + 114.98 + 56 + 100 + 539.84 + 73 + 250.29 + 120 + 150 + 388.8 = 189 \text{ 万卢布}$
66	无改编直通车的停留时间 $t_{\text{有}} = t_{\text{等} \cdot \text{作}} + t_{\text{作}} + t_{\text{等} \cdot \text{电}} + t_{\text{等} \cdot \text{发}} + t_{\text{试风}} \quad (t_{\text{试风}} \text{——试风的时间})$	$0.04 + 0.47 + 0.3 + 0.38 + 0.15 = 1.34 \text{ 小时}$	$0.11 + 0.38 + 0.29 + 0.36 + 0.15 = 1.29 \text{ 小时}$
67	有改编直通车的停留时间 $t_{\text{改编}} = t_{\text{等} \cdot \text{技检}} + t_{\text{技检}} + t_{\text{等} \cdot \text{解}} + t_{\text{解体}} + t_{\text{集}} + t_{\text{等} \cdot \text{编}} + t_{\text{编}} + t_{\text{等} \cdot \text{作}} + t_{\text{作}} + t_{\text{等} \cdot \text{电}} + t_{\text{等} \cdot \text{发}} + t_{\text{试风}}$	$0.10 + 0.27 + 0.11 + 0.2 + 3.00 + 0.23 + 0.19 + 0.04 + 0.47 + 0.3 + 0.38 + 0.15 = 5.45 \text{ 小时}$	$0.10 + 0.27 + 0.11 + 0.2 + 3.00 + 0.23 + 0.19 + 0.11 + 0.38 + 0.29 + 0.36 + 0.15 = 5.39 \text{ 小时}$

