

# Black-Box Optimization Benchmarking Template for the Comparison of Multiple Algorithms on the Biobjective bbob-biobj Testbed

Draft version \*

Forename Name

## ABSTRACT

to be written

sured only up to the smallest number of overall function evaluations for any unsuccessful trial under consideration.

## Keywords

Benchmarking, Black-box optimization, Bi-objective optimization

## 1. CPU TIMING

In order to evaluate the CPU timing of the algorithm, we have run the **IBEA** with restarts on the entire bbob-biobj test suite [?] for **2D** function evaluations. The **C/Java/Matlab/Octave/Python** code was run on a **Mac Intel(R) Core(TM) i5-2400S CPU @ 2.50GHz** with **1** processor and **4** cores. The time per function evaluation for dimensions **2, 3, 5, 10, 20, 40** equals ***xx*, *xx*, *xx*, *xxx*, and *xxx*** seconds respectively.

repeat the above for any algorithm tested

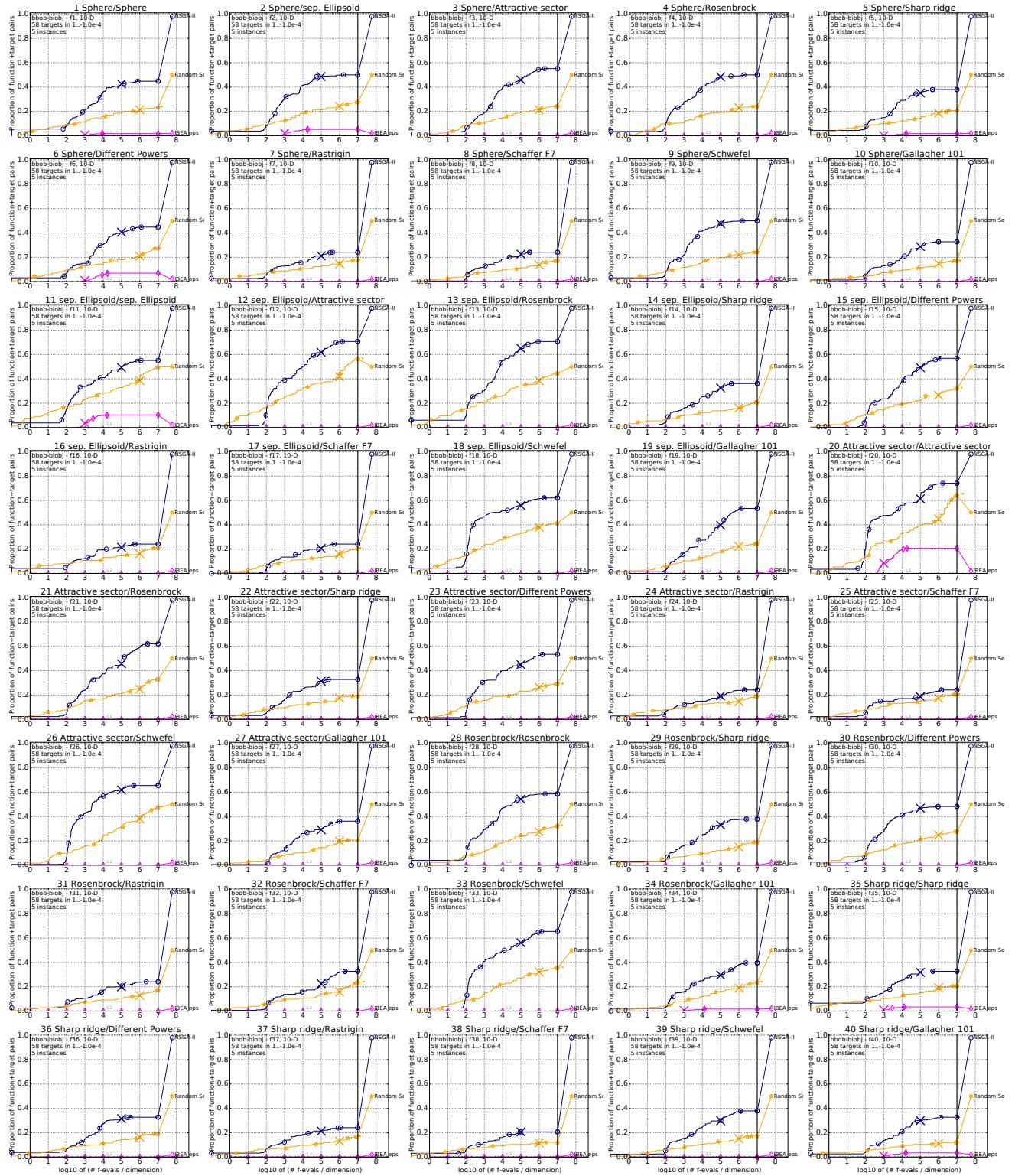
## 2. RESULTS

Results from experiments according to [?], [?] and [?] on the benchmark functions given in [?] are presented in Figures 1, 2, 3 and 4 and in Tables 1 and 2. The experiments were performed with COCO [?], version **1.0.1**, the plots were produced with version **1.1.1**.

The **average runtime (aRT)**, used in the tables, depends on a given quality indicator value,  $I_{\text{target}} = I^{\text{ref}} + \Delta I$ , and is computed over all relevant trials as the number of function evaluations executed during each trial while the best indicator value did not reach  $I_{\text{target}}$ , summed over all trials and divided by the number of trials that actually reached  $I_{\text{target}}$  [?, ?]. **Statistical significance** is tested with the rank-sum test for a given target  $I_{\text{target}}$  using, for each trial, either the number of needed function evaluations to reach  $I_{\text{target}}$  (inverted and multiplied by  $-1$ ), or, if the target was not reached, the best  $\Delta I$ -value achieved, mea-

---

\*Submission deadline: March 28th.



**Figure 1: Bootstrapped empirical cumulative distribution of the number of objective function evaluations divided by dimension (FEEvals/DIM) for 58 targets with target precision in  $\{-10^{-4}, -10^{-4.2}, -10^{-4.4}, -10^{-4.6}, -10^{-4.8}, -10^{-5}, 0, 10^{-5}, 10^{-4.9}, 10^{-4.8}, \dots, 10^{-0.1}, 10^0\}$  for each single function  $f_1$  to  $f_{40}$  in 10-D.**

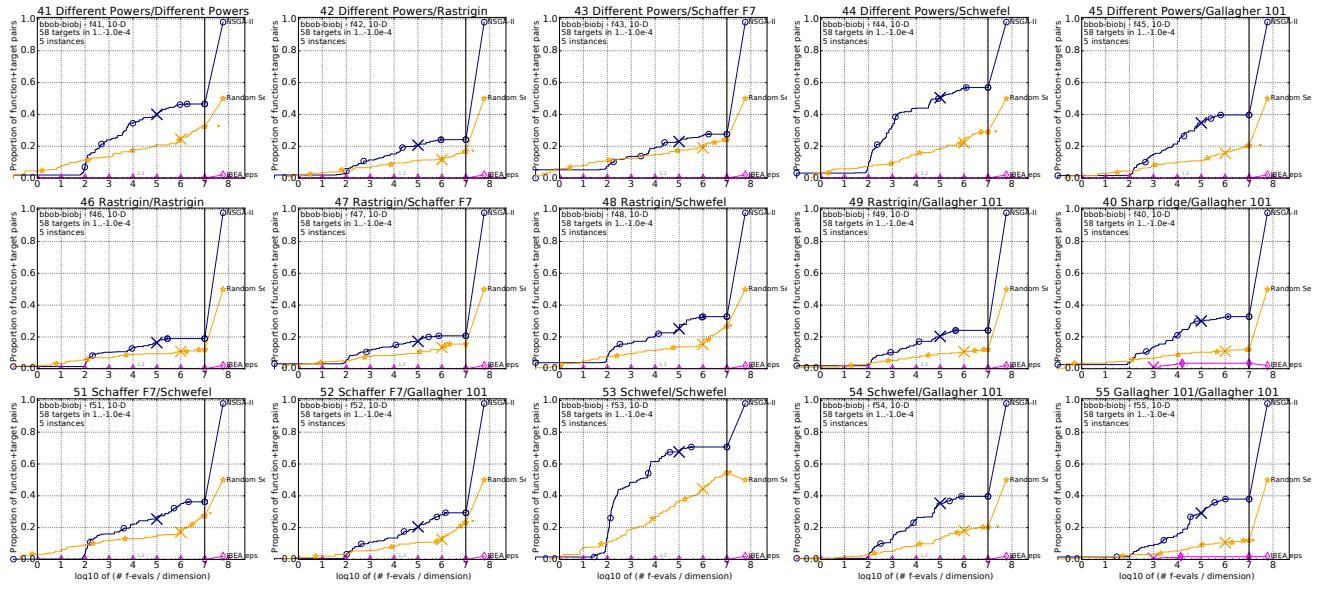


Figure 2: Bootstrapped empirical cumulative distribution of the number of objective function evaluations divided by dimension (FEvals/DIM) as in Fig. 1 but for functions  $f_{41}$  to  $f_{55}$  in 10-D.

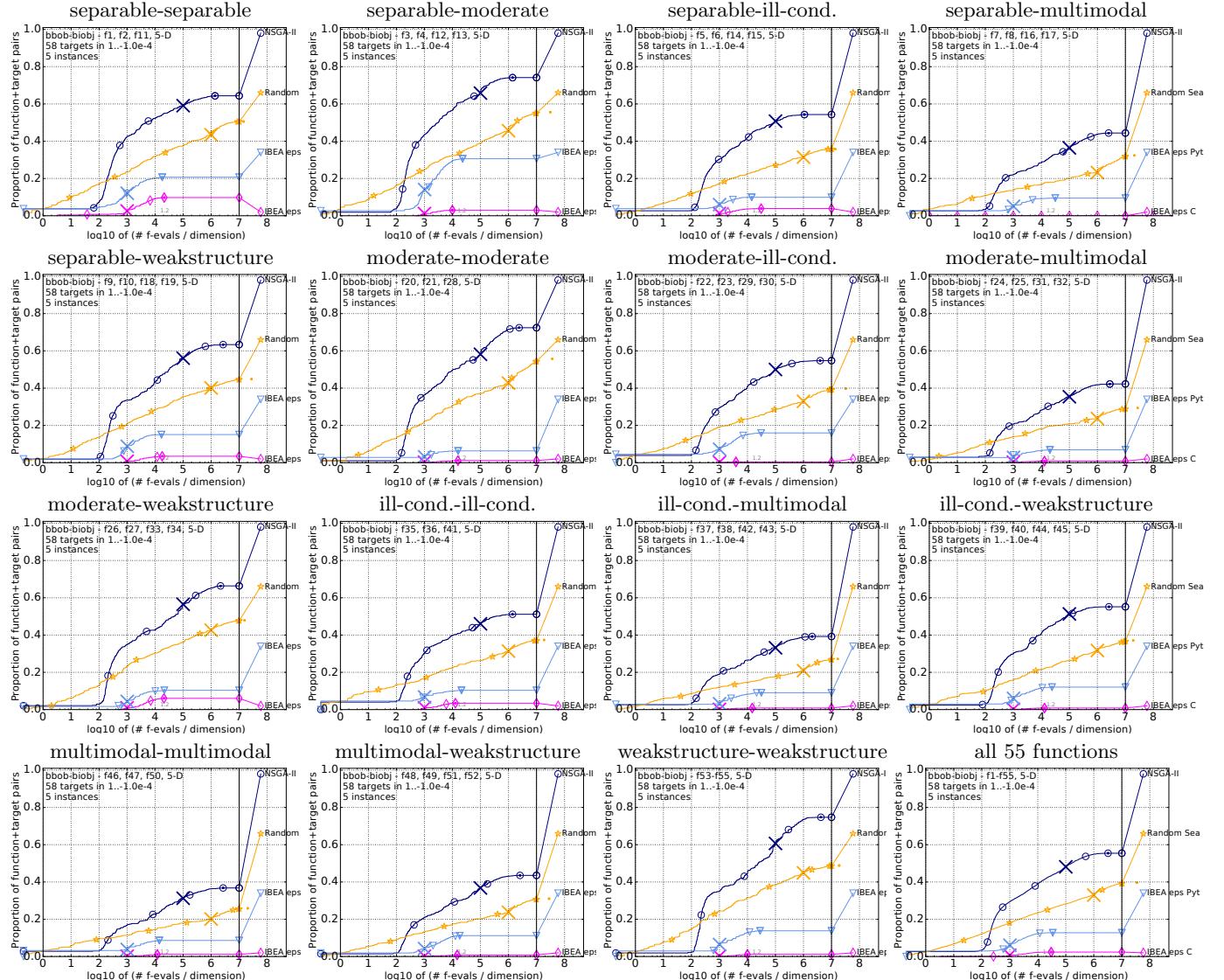


Figure 3: 5

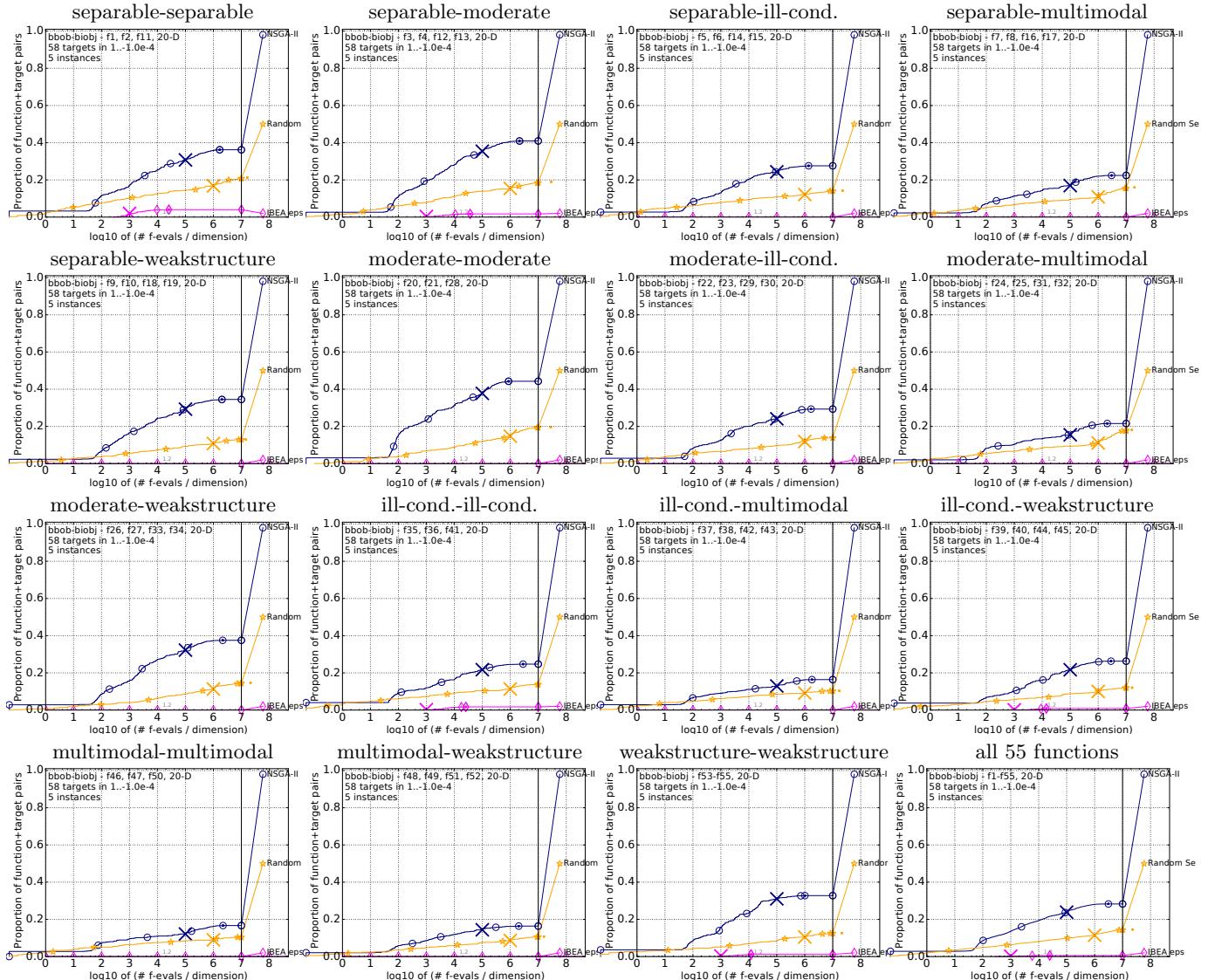


Figure 4: 20

$\Delta f$	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	#succ	$\Delta f$	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	#succ	$\Delta f$	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	#succ
<b>f1</b>						<b>f20</b>						<b>f38</b>					
NSGA	76(94)	<b>1023</b> (128)	<b>3465</b> (2127)	<b>1.4e5</b> (7045)		NSGA	5663(1e4)	7664(8023)	<b>1.3e4</b> (2e2) <b>1.0e6</b> (3e0)	5	NSGA	332(285)	<b>1.1e4</b> (1e4) <b>2.2e6</b> (3e6)	<b>5e5</b>		0/5	
IBEA	1.2e4(7753)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5
Rand	<b>3.6</b> (6)	4369(3985)	3.0e6(6e6)	$\infty$ 5e6	0/5	Rand	<b>24</b> (46)	<b>5694</b> (6932)	1.6e6(3e6)	$\infty$ 7e3	0/5	Rand	<b>13</b> (20)	3.0e6(3e6)	$\infty$	$\infty$ 5e6	0/5
IBEA	1267(1266)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	7596(8860)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	3376(3797)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5
<b>f2</b>						<b>f21</b>						<b>f39</b>					
NSGA	335(418)	<b>1124</b> (225)	<b>2656</b> (611)	<b>2.0e5</b> (2035)		NSGA	428(402)	<b>1348</b> (316)	<b>1.3e5</b> (4e2) <b>2.2e5</b> (5e0)	5	NSGA	150(372)	<b>1494</b> (759)	<b>2.2e4</b> (1e4) <b>1e6</b> (8e0)		0/5	
IBEA	2.3e4(4e4)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	8021(5073)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5
Rand	<b>25</b> (30)	2.6e4(5e4)	3.8e6(4e6)	$\infty$ 5e6	0/5	Rand	<b>32</b> (69)	1.4e4(4978)	5.7e6(4e6)	$\infty$ 1e7	3e0	Rand	<b>5.2</b> (6)	1.5e4(5178)	$\infty$	$\infty$ 5e6	0/5
IBEA	2120(1266)	1.1e4(8979)	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	7596(1e4)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	460(0)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5
<b>f3</b>						<b>f23</b>						<b>f40</b>					
NSGA	397(364)	<b>2101</b> (996)	<b>1.4e4</b> (2e4) <b>9e5</b> (4e0)			NSGA	1(0)	<b>1504</b> (486)	<b>3.8e4</b> (3e3) <b>5e5</b>		0/5	NSGA	245(288)	<b>2382</b> (872)	<b>3.3e4</b> (1e4) <b>5e5</b>		0/5
IBEA	1.2e4(5102)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	2.5e4(3e4)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5
Rand	<b>19</b> (38)	1.6e4(3e4)	5.1e6(6e6)	$\infty$ 5e6	0/5	Rand	<b>1.2</b> (0.5)	5793(6446)	$\infty$	$\infty$ 5e6	0/5	Rand	<b>7.6</b> (8)	1.4e5(1e5)	$\infty$	$\infty$ 5e6	0/5
IBEA	1728(1736)	2.3e4(2e4)	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	842(1051)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	2447(1921)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5
<b>f4</b>						<b>f24</b>						<b>f41</b>					
NSGA	143(354)	<b>1005</b> (135)	<b>1.4e4</b> (3e0) <b>7e4</b> (1e0)			NSGA	276(368)	<b>1318</b> (490)	<b>7494</b> (6486)	<b>9.6e5</b> (1e0)	5	NSGA	297(370)	<b>1454</b> (834)	<b>4646</b> (2492)	<b>4.3e5</b>	7055
IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	2.5e4(3e4)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5
Rand	11(10)	3184(3099)	1.4e6(1e6)	$\infty$ 5e6	0/5	Rand	2.8(0.5)	2888(3162)	3.8e6(8e6)	$\infty$ 5e6	0/5	Rand	<b>5.4</b> (4)	9123(1e4)	3.6e6(1e6)	$\infty$ 5e6	0/5
IBEA	1(0)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	1(0)	2.3e4(4e4)	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	1267(2532)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5
<b>f5</b>						<b>f25</b>						<b>f42</b>					
NSGA	241(303)	<b>1314</b> (192)	<b>2.4e4</b> (1e4) <b>5e5</b>		0/5	NSGA	486(436)	<b>3617</b> (1862)	<b>1.0e6</b> (3e6) <b>5e5</b>		0/5	NSGA	416(447)	<b>3986</b> (1650)	<b>2.0e6</b> (2e6) <b>5e5</b>		0/5
IBEA	1.1e4(8753)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5
Rand	3.0(2)	9353(2762)	$\infty$	$\infty$ 5e6	0/5	Rand	<b>24</b> (44)	1.6e5(1e5)	$\infty$	$\infty$ 5e6	0/5	Rand	<b>15</b> (24)	1.9e6(9e5)	$\infty$	$\infty$ 5e6	0/5
IBEA	1(0)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	7596(6329)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	1267(2532)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5
<b>f6</b>						<b>f26</b>						<b>f43</b>					
NSGA	255(270)	<b>1290</b> (411)	<b>7830</b> (8004)	<b>4.6e5</b> (6035)		NSGA	222(554)	<b>1.6e4</b> (3e4) <b>9.3e5</b> (1e6) <b>5e5</b>		0/5	NSGA	319(480)	<b>7363</b> (1e4)	<b>4.6e5</b> (4e5) <b>5e5</b>		0/5	
IBEA	7099(5054)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	2.3e4(4e4)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5
Rand	<b>5.6</b> (4)	2941(3185)	4.2e6(8e6)	$\infty$ 5e6	0/5	Rand	<b>14</b> (30)	1.3e6(4e6)	$\infty$	$\infty$ 5e6	0/5	Rand	<b>14</b> (4)	7.9e5(2e6)	$\infty$	$\infty$ 5e6	0/5
IBEA	739(1844)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	9300(5916)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	7596(5063)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5
<b>f7</b>						<b>f27</b>						<b>f44</b>					
NSGA	130(162)	<b>4286</b> (7232)	<b>3.2e5</b> (2e5) <b>5e5</b>		0/5	NSGA	529(655)	<b>2668</b> (3106)	<b>4265</b> (3350)	<b>7.8e4</b> (5e4)	5	NSGA	178(221)	<b>914</b> (123)	<b>1586</b> (264)	<b>8.1e4</b> (1e4)	1075
IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5
Rand	1.6(0.8)	4.8e5(1e6)	$\infty$	$\infty$ 5e6	0/5	Rand	<b>34</b> (34)	3706(2686)	1.7e6(2e6)	$\infty$ 5e6	0/5	Rand	3.6(4)	5159(9687)	2.9e6(3e6)	2.1e7(3e0)	5
IBEA	1(0)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	9300(5916)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	1(0)	2.4e4(2e4)	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5
<b>f8</b>						<b>f28</b>						<b>f45</b>					
NSGA	512(378)	<b>2311</b> (616)	<b>1.2e6</b> (7e5) <b>5e5</b>		0/5	NSGA	336(320)	<b>4138</b> (6764)	<b>3.5e5</b> (4e2) <b>3e6</b> (1e0)	5	NSGA	77(95)	<b>1641</b> (504)	<b>5.2e4</b> (2e4) <b>5e5</b>		0/5	
IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5
Rand	<b>74</b> (8)	1.5e6(2e6)	$\infty$	$\infty$ 5e6	0/5	Rand	<b>7.0</b> (6)	4181(3119)	1.7e6(2e6)	$\infty$ 5e6	0/5	Rand	<b>12</b> (24)	6.1e4(1e5)	2.4e7(4e7)	$\infty$ 5e6	0/5
IBEA	4435(4120)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	2953(4218)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	7596(1e4)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5
<b>f9</b>						<b>f29</b>						<b>f46</b>					
NSGA	409(362)	<b>1712</b> (427)	<b>8.5e4</b> (9e7) <b>5e5</b> (3e0)		0/5	NSGA	425(402)	<b>1405</b> (188)	<b>4.0e4</b> (3e4) <b>5e5</b>		0/5	NSGA	181(225)	<b>4.7e4</b> (5e4) <b>2.1e6</b> (5e6)	<b>5e5</b>		0/5
IBEA	2.4e4(3e4)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	2.4e4(3e4)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	2.5e4(2e4)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5
Rand	<b>20</b> (27)	2.9e4(3e4)	2.3e7(2e7)	$\infty$ 5e6	0/5	Rand	<b>18</b> (30)	1.3e6(4e6)	$\infty$	$\infty$ 5e6	0/5	Rand	<b>14</b> (30)	2.4e6(2e6)	$\infty$	$\infty$ 5e6	0/5
IBEA	4307(3797)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	3376(5063)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	2265(3797)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5
<b>f11</b>						<b>f30</b>						<b>f47</b>					
NSGA	194(270)	<b>632</b> (185)	<b>1682</b> (1619)	<b>7.5e4</b> (2e5)		NSGA	167(415)	<b>4890</b> (663)	<b>1.8e4</b> (2e2) <b>6e5</b> (2e0)	5	NSGA	625(365)	<b>4.8e4</b> (1e5) <b>8.2e5</b> (2e5)	<b>5e5</b>		0/5	
IBEA	3657(2052)	2.3e4(3e4)	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5
Rand	<b>7.4</b> (8)	2301(5506)	4.5e5(1e6)	2.2e6(3e0)	5	Rand	<b>23</b> (36)	8334(7529)	3.8e6(8e6)	$\infty$ 5e6	0/5	Rand	<b>250</b> (537)	2.2e6(3e6)	$\infty$	$\infty$ 5e6	0/5
IBEA	691(1390)	3795(5926)	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	582(1452)	2.3e4(2e4)	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5	IBEA	8838(8860)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5
<b>f12</b>						<b>f31</b>						<b>f49</b>					
NSGA	497(47)	<b>1199</b> (1088)	<b>6969</b> (1e4)	$\infty$ 5e5	0/5	NSGA	143(354)	<b>1865</b> (640)	<b>2.3e5</b> (6e5) <b>5e5</b>		0/5	NSGA	470(487)	<b>4.8e4</b> (1e5) <b>1.1e6</b> (9e5)	<b>5e5</b>		0/5
IBEA	1.0e4(1e4)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5
Rand	<b>27</b> (14)	9589(2e4)	2.1e6(3e6)	3.6e6(2e7)	5	Rand	<b>9.0</b> (10)	5.1e5(1e6)	$\infty$	$\infty$ 5e6	0/5	Rand	<b>136</b> (167)	1.5e6(2e6)	$\infty$	$\infty$ 5e6	0/5
IBEA	3382(1639)	1.1e4(1e4)	2.3e4(3e4)	<b>2.4e4</b> (4e4)		IBEA	69(80)	8.8e5(2e5)	$\infty$	$\infty$ 5e6	0/5	IBEA	998(1e4)	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5063	0/5
<b>f13</b>						<b>f32</b>						<b>f50</b>					
NSGA	370(376)	<b>824</b> (183)	<b>7307</b> (2e4)	<b>1.8e4</b> (3e4)		NSGA	317(372)	<b>1.0e4</b> (8350)	<b>1e6</b> (1e6) <b>5e5</b>		0/5	NSGA	1(0)	<b>8126</b> (1873)	<b>8.8e5</b> (9e5) <b>5e5</b>		0/5
IBEA	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$ 5000	0/5	IBEA	$\infty$	$\infty$ </td									

$\Delta f$	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	#succ	$\Delta f$	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	#succ	$\Delta f$	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	#succ			
<b>f1</b>						<b>f20</b>						<b>f38</b>								
NSGA	1(0)	<b>9.9e4(1e5)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 182(0)	<b>2064(191)</b>	<b>8.6e5(9e5)4.6e6(3e5)</b>	0/5	NSGA 1(0)	∞	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	∞	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	∞	∞ 2e6	0/5
IBEA	4.9e4(3e4)	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5
Rand	3.0(1)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 78(82)	8.3e7(2e8)	∞ 2e7	0/5	Rand 4.0(3)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 30(62)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 1(0)	∞	∞ 2e7	0/5
<b>f2</b>						<b>f21</b>						<b>f39</b>								
NSGA	334(470)	<b>1.4e5(2e5)8.4e6(5e6)∞ 2e6</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 139(172)	<b>6933(9955)</b>	<b>3.4e6(5e6)2e6</b>	0/5	NSGA 1(0)	<b>1.7e6(6e5)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	<b>3.8e6(3e6)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	<b>2.1e5(4e5)∞</b>	∞ 2e6	0/5
IBEA	∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5
Rand	100(216)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 118(230)	1.9e7(3e7)	∞ 2e7	0/5	Rand 3.7e7(6e7)∞	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 1(0)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 30(62)	∞	∞ 2e7	0/5
<b>f3</b>						<b>f22</b>						<b>f40</b>								
NSGA	1(0)	<b>1.6e5(9e4)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	<b>1.6e6(4e6)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	<b>3.8e6(3e6)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	<b>7.4e4(6e4)9.4e6(1e7)∞ 2e6</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	<b>3.8e6(3e6)∞</b>	∞ 2e6	0/5
IBEA	∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5
Rand	44(64)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 14(22)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 1.4(0.5)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 1(0)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 1.4(0.5)	∞	∞ 2e7	0/5
<b>f4</b>						<b>f23</b>						<b>f41</b>								
NSGA	1(0)	<b>1.0e5(6e4)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 203(252)	<b>6.7e4(6e4)9.4e6(1e7)∞ 2e6</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 225(559)	<b>2.1e5(4e5)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 225(559)	<b>2.1e5(4e5)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 225(559)	<b>2.1e5(4e5)∞</b>	∞ 2e6	0/5
IBEA	∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5
Rand	23(28)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 7.6(6)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 1.4(0.5)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 1.4(0.5)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 1.4(0.5)	∞	∞ 2e7	0/5
<b>f5</b>						<b>f24</b>						<b>f42</b>								
NSGA	1(0)	<b>1.5e5(7e4)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 163(405)	<b>8.0e6(2e7)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 380(517)	∞	∞ 2e6	0/5	NSGA 380(517)	∞	∞ 2e6	0/5	NSGA 380(517)	∞	∞ 2e6	0/5
IBEA	∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5
Rand	1.8(0.5)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 8.4(6)	8.3e7(1e8)∞	∞ 2e7	0/5	Rand 16(10)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 16(10)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 16(10)	∞	∞ 2e7	0/5
<b>f6</b>						<b>f25</b>						<b>f43</b>								
NSGA	167(207)	<b>6.6e4(7828)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 224(556)	<b>3.2e6(3e6)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 145(360)	<b>9.7e6(8e6)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 145(360)	<b>9.7e6(8e6)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 145(360)	<b>9.7e6(8e6)∞</b>	∞ 2e6	0/5
IBEA	∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5
Rand	14(26)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 12(26)	8.1e7(9e7)∞	∞ 2e7	0/5	Rand 4.4(5)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 4.4(5)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 4.4(5)	∞	∞ 2e7	0/5
<b>f7</b>						<b>f26</b>						<b>f44</b>								
NSGA	1(0)	<b>8.1e6(2e7)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 317(395)	<b>2018(418)</b>	<b>5.2e4(4e4)8.6e6(5e6)∞ 2e6</b>	0/5	NSGA 414(517)	<b>7.4e4(2e5)3.3e6(5e6)∞ 2e6</b>	0/5	NSGA 414(517)	<b>7.4e4(2e5)3.3e6(5e6)∞ 2e6</b>	0/5	NSGA 414(517)	<b>7.4e4(2e5)3.3e6(5e6)∞ 2e6</b>	0/5	NSGA 414(517)	<b>7.4e4(2e5)3.3e6(5e6)∞ 2e6</b>	0/5
IBEA	∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5
Rand	19(39)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 1.7e4(4e4)	3.1e7(5e7)∞	∞ 2e7	0/5	Rand 1.28(256)	8.1e7(1e8)∞	∞ 2e7	0/5	Rand 1.28(256)	8.1e7(1e8)∞	∞ 2e7	0/5	Rand 1.28(256)	8.1e7(1e8)∞	∞ 2e7	0/5
<b>f8</b>						<b>f27</b>						<b>f45</b>								
NSGA	119(294)	<b>9.2e6(2e7)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 408(304)	<b>3.6e6(6e6)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	<b>3.9e6(3e6)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	<b>3.9e6(3e6)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	<b>3.9e6(3e6)∞</b>	∞ 2e6	0/5
IBEA	∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5
Rand	3.0(3)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 27(32)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 5.4(10)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 5.4(10)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 5.4(10)	∞	∞ 2e7	0/5
<b>f9</b>						<b>f28</b>						<b>f46</b>								
NSGA	1(0)	<b>4.0e4(3e4)3.1e6(6e6)∞ 2e6</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	<b>1.9e4(7413)2e6(1e6)∞ 2e6</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	∞	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	∞	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	∞	∞ 2e6	0/5
IBEA	∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5
Rand	153(124)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 1559(1916)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 14(23)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 14(23)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 14(23)	∞	∞ 2e7	0/5
<b>f10</b>						<b>f29</b>						<b>f47</b>								
NSGA	186(464)	<b>1.0e6(9e5)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 250(623)	<b>2.8e5(2e5)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 179(223)	∞	∞ 2e6	0/5	NSGA 179(223)	∞	∞ 2e6	0/5	NSGA 179(223)	∞	∞ 2e6	0/5
IBEA	∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5
Rand	16(20)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 13(10)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 11(19)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 11(19)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 11(19)	∞	∞ 2e7	0/5
<b>f11</b>						<b>f30</b>						<b>f48</b>								
NSGA	358(474)	<b>5537(6392)</b>	<b>1.1e6(8e5)2e6</b>	0/5	NSGA 365(226)	<b>8.8e4(2e5)9.4e6(1e7)∞ 2e6</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	<b>8.5e6(1e7)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 191(476)	<b>8.5e6(1e7)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 191(476)	<b>8.5e6(1e7)∞</b>	∞ 2e6	0/5
IBEA	1.2e4(5257)	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5
Rand	20(32)	5.7e5(7e5)	8.6e7(6e7)∞ 2e7	0/5	Rand 57(66)	3.8e7(4e7)∞	∞ 2e7	0/5	Rand 10(10)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 10(10)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 10(10)	∞	∞ 2e7	0/5
<b>f12</b>						<b>f31</b>						<b>f49</b>								
NSGA	557(552)	<b>5169(1181)</b>	<b>9.7e4(8e4)8.9e6(8e5)∞ 2e6</b>	0/5	NSGA 169(420)	<b>8.2e6(2e7)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 206(256)	∞	∞ 2e6	0/5	NSGA 191(476)	<b>8.5e6(1e7)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 191(476)	<b>8.5e6(1e7)∞</b>	∞ 2e6	0/5
IBEA	9.7e4(1e5)	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5
Rand	28(62)	7.3e6(6e6)	∞ 2e7	0/5	Rand 259(566)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 6.6(2)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 6.6(2)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 6.6(2)	∞	∞ 2e7	0/5
<b>f13</b>						<b>f32</b>						<b>f50</b>								
NSGA	661(606)	<b>1.8e4(2e4)1.5e6(4e6)∞ 2e6</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 628(553)	<b>3.1e6(3e6)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 191(476)	∞	∞ 2e6	0/5	NSGA 191(476)	∞	∞ 2e6	0/5	NSGA 191(476)	∞	∞ 2e6	0/5
IBEA	∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5
Rand	1273(1582)	8.3e6(1e7)∞	∞ 2e7	0/5	Rand 3.8e4(9e4)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 5.0(6)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 5.0(6)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 5.0(6)	∞	∞ 2e7	0/5
<b>f14</b>						<b>f33</b>						<b>f51</b>								
NSGA	529(472)	<b>9.6e5(1e6)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	<b>2.3e4(1e4)6.0e5(7e4)∞ 2e6</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 160(199)	<b>3.2e6(4e6)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 160(199)	<b>3.2e6(4e6)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 160(199)	<b>3.2e6(4e6)∞</b>	∞ 2e6	0/5
IBEA	∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5
Rand	8.4(11)	∞	∞ 2e7	0/5	Rand 75(96)	3.4e7(2e7)∞	∞ 2e7	0/5	Rand 15(11)	8.7e7(9e7)∞	∞ 2e7	0/5	Rand 15(11)	8.7e7(9e7)∞	∞ 2e7	0/5	Rand 15(11)	8.7e7(9e7)∞	∞ 2e7	0/5
<b>f15</b>						<b>f34</b>						<b>f52</b>								
NSGA	462(413)	<b>2.0e4(1e4)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	<b>9.4e5(1e6)∞</b>	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	∞	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	∞	∞ 2e6	0/5	NSGA 1(0)	∞	∞ 2e6	0/5
IBEA	∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5	IBEA ∞	∞	∞ 2e4	0/5</				