

等 別：高等考試
類 科：工業工程技師
科 目：工程統計與品質管理
考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)每題答案應有合理的步驟說明，否則不給分。

(四)所有的計算均至小數點第四位，標準常態 z 值至小數點第二位。

一、每隔一小時從生產塑膠針筒的生產線上連續抽樣 50 個產品，並依照檢驗標準判定每個針筒為合格品或不合格品，計算每批的樣本不良率 (F)。假設製程為管制內，總共檢驗 20 個小時，每批的不良品個數及樣本不良率之資料如下表：

批次	不良品個數	F	批次	不良品個數	F
1	6	0.12	11	1	0.02
2	5	0.10	12	3	0.06
3	3	0.06	13	2	0.04
4	0	0.00	14	0	0.00
5	1	0.02	15	1	0.02
6	2	0.04	16	1	0.02
7	1	0.02	17	0	0.00
8	0	0.00	18	2	0.04
9	2	0.04	19	1	0.02
10	1	0.02	20	2	0.04

(一)以表中之數據求得 p -管制圖之 LCL、中心線值及 UCL。(12 分)

(二)是否所有資料均在管制界限內？若否，如何修正管制界限？修正後之管制界限為何？(8 分)

(三)如果製程在管制內，則每批次的不良率上限為何？為什麼？(5 分)

二、假設 $X_1, \dots, X_{25}$ 為一組抽自常態分配平均值為 μ ，標準差為 2 的隨機樣本，其中 μ 為未知。檢定 $H_0: \mu = 35$ 相對於 $H_1: \mu > 35$ ，其對應之棄卻域為

$$\left\{ (x_1, \dots, x_{25}) \left| \bar{x} = \sum_{i=1}^{25} x_i / 25 \geq k \right. \right\}$$

若當 $\mu = 35.5$ 時，型 II 錯誤發生的機率為 $\beta(35.5) = 0.1587$ 。

(一)求算 k 及所設定的型 I 錯誤機率 α 。(15 分)

(二)若維持 $\beta(35.5) = 0.1587$ 而增加樣本數目，則 k 及 α 有何變化？為什麼？(5 分)

(三)若此題之樣本平均值為 36，則此題之 P-值 (P-value) 為何？(5 分)

(請接第二頁)

等 別：高等考試
類 科：工業工程技師
科 目：工程統計與品質管理

三、欲了解四種不同的化學物質對布料某種性質之成效。工程師使用五塊布料，每塊隔成四區，將四種化學物質隨機地施用在四區上並量測反應值，數據如下表：

Chemical Type	Fabric Sample					列總和
	1	2	3	4	5	
1	13	16	5	12	11	57
2	22	24	4	20	18	88
3	18	17	6	15	13	69
4	39	44	20	41	34	178
行總和	92	101	35	88	76	總和 = $392(\sum_{ij} y_{ij})$
總平方和 = $10,252(\sum_{ij} y_{ij}^2)$						

(一)工程師使用完全隨機設計 (completely randomized design) 或完全隨機集區設計 (completely randomized block design) 模式？為何使用此設計？(7 分)

(二)建立此題的變異數分析 (Analysis of Variance) 表。(10 分)

(三)若 5%顯著水準下，分析結論為何？(3 分)

(四)若工程師使用(一)中之不適宜的設計，結論是否不同？為什麼？(5 分)

四、量規重複性與再現性 (Gauge R & R) 研究中，假設隨機選取 a 個零件及 b 位作業員，且每位作業員以量規量測每個零件 n 次，則量測值可以下列隨機效應模式表示之：

$$y_{ijk} = \mu + P_i + O_j + (PO)_{ij} + \varepsilon_{ijk}, \quad i = 1, 2, \dots, a; \quad j = 1, 2, \dots, b; \quad k = 1, 2, \dots, n$$

其中 P_i 為第 i 個零件效應； O_j 為第 j 位作業員效應； $(PO)_{ij}$ 為第 i 個零件與第 j 位作業員之交互效應。假設 P_i 、 O_j 、 $(PO)_{ij}$ 及 ε_{ijk} 彼此為獨立隨機變數，且分別具有平均值為 0，變異數為 $V(P_i) = \sigma_P^2$ 、 $V(O_j) = \sigma_O^2$ 、 $V((PO)_{ij}) = \sigma_{PO}^2$ 及 $V(\varepsilon_{ijk}) = \sigma^2$ 之常態分配。假設 $a = 10$ 、 $b = 3$ 及 $n = 3$ ，量測值之變異數分析表如下：

Source	DF	SS	MS	F
零件	9	3933	437	(a_1)
作業員	2	38	19	(a_2)
零件*作業員	18	54	3	(a_3)
誤差	60	30	0.5	
總和	89	4055		

(一)求算括號中之 a_1 、 a_2 及 a_3 值，並說明求解過程。(10 分)

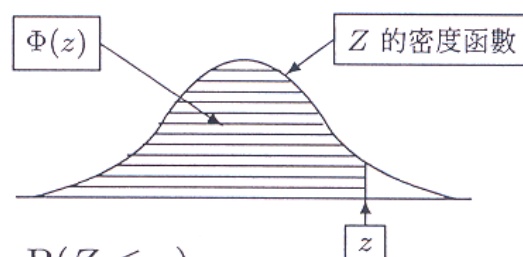
(二)估計量規重複性的變異數成分 (repeatability variance component)，量規再現性的變異數成分 (reproducibility variance component) 與量規變異數 (variance of gauge)。(10 分)

(三)如何論斷此題量規能力之好壞？(5 分)

(請接第三頁)

等 別：高等考試
類 科：工業工程技師
科 目：工程統計與品質管理

例如 $P(Z \leq 0.12) = 0.5478$

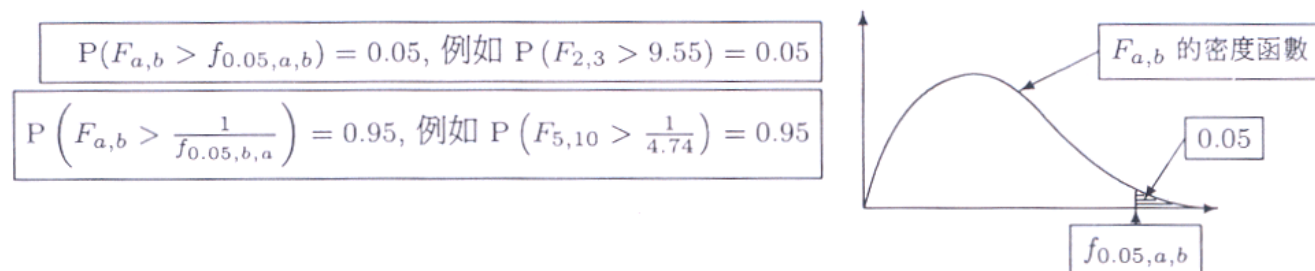


附表一 標準常態分布累積機率函數 $\Phi(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-t^2/2} dt = P(Z \leq z)$

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990

(請接第四頁)

等 別：高等考試
類 科：工業工程技師
科 目：工程統計與品質管理



附表二 「自由度」為 (a, b) 之 F -分配的 95-百分位數 $f_{0.05,a,b}$

b	a									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83