

ICS29.260.20

K25

备案号:

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 50136.1—201×

隔爆型三相异步电动机 可靠性指标评定方法 (实验室法)

Flame proof three-phase asynchronous motors Reliability index
assessment method
(Laboratory method)

(征求意见稿)

201×-××-××发布

201×-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

目 次	I
前 言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 考核指标	3
5 抽样	3
6 失效判据	4
7 试验前准备工作	4
8 加速寿命试验	4
9 诊断检验	6
10 判定终止试验与合格	6
11 试验数据处理	6

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准依据现行国家标准、行业标准，对 JB/T 50136.1-1999《隔爆型三相异步电动机可靠性指标评定方法(实验室法)》进行修订。

本标准与 JB/T 50136.1-1999 相比，主要变化为：

——引用标准中增加了 GB/T 2421.1、GB/T 2423.3、GB3836.1 标准

——将 GB3836.2-1983 更新为 GB3836.2-2010

——7.3 条增加了定子绕组绝缘电阻的限值

——8.4 条增加了试验箱和工作空间的定义以及试验箱的要求

——9.3 条增加了金属隔爆部件是否锈蚀的检查和密封圈或填料式引入装置夹紧、密封试验要求

本标准是评定分析隔爆型三相异步电动机寿命特征的试验方法。

本标准的附录 A、附录 B 都是标准的附录。

本标准的附录 C 是提示附录。

本标准代替 JB/T 50136.1-1999《隔爆型三相异步电动机可靠性指标评定方法(实验室法)》

本标准由全国防爆电气设备标准化技术委员会（SAC/TC9）提出并归口。

本部分负责起草单位：南阳防爆电气研究所有限公司。

本部分参加起草单位：国家防爆电气产品质量监督检验中心、河南省电气防爆安全重点实验室。

本部分主要起草人：王军、周果、何虎。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

—JB/T 50136.1-1999

隔爆型三相异步电动机可靠性
指定评定方法（实验室法）

1 范围

本标准规定了隔爆型三相异步电动机的可靠性失效判据及试验方法。
本标准适用于 0.12~200kW 工厂及矿用隔爆型三相异步电动机（以下简称电动机）的可靠性指标评定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 3836.1-2010 爆炸性环境 第 1 部分：设备 通用要求
GB 3836.2-2010 爆炸性环境 第 2 部分：由隔爆外壳“d”保护的
GB/T 2423.3-2006 电工电子产品环境试验 第二部分 试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验
GB/T 2421.1-2008 电工电子产品环境试验 概述和指南
JBT 50136.2-201X 隔爆型三相异步电动机隔爆组件可靠性指标评定方法

3 考核指标

电动机的可靠性考核指标为可靠度 R、可靠寿命 t_R 、平均寿命时间 MTTF。以可靠度 R 和可靠寿命 t_R 为主要指标，必要时可进行平均寿命时间 MTTF 的测定。

4 测量仪器的选择

- 4.1 试验用电气测量仪器的精度，应不低于 0.5 级（兆欧表、测温仪表除外）。
- 4.2 仪器的选择应使所测数值在 20%~95%仪器量程范围内。

5 抽样

- 5.1 试验样品应从生产厂同批生产的、同型号、同规格并经过出厂检验合格的近期产品中随机抽样。随机抽样方法见附录 A（标准的附录）。
- 5.2 抽样方案是根据电动机的可靠度 R、可靠寿命、用户方风险系数（取=0.1）以及产品合格判定失效数 c 进行拟定的。为了减少抽样量，试验持续时间按式（1）选择：

$$t_R \leq t_1 \leq 2t_R \dots\dots\dots (1)$$

5.3 抽样量的确定：

离差 S 按式（2）计算：

$$S=0.3t_1 \dots\dots\dots (2)$$

标准正态变量 Z 按式（3）计算：

$$Z = \frac{t_1 - t_R}{s} \dots\dots\dots (3)$$

根据已给定的可靠度 R 和标准正态变量 Z 从附录 B（标准的附录）表 B1 中查出试验持续时间 t_1 的可靠度下限值 $R_L(t_1)$ ，再根据已给定的合格判定失效数 c ，从附录 B（标准的附录）表 B2 中查出抽样量 n 。

6 失效判据

被试样机出现匝间短路、相间短路、对地击穿等导致电动机不能按规定要求运转，则判定为电动机失效，试验设备及误操作引起的失效除外。

7 试验前准备工作

7.1 试验前应仔细检查电动机的质量情况，并应符合产品标准的有关规定。

7.2 在轴承外套上安装经过校验的热敏元件。在轴承室内填充耐高温润滑脂，其添充量应符合有关标准的规定。必要时，也可在定子绕组端部安装同样的热敏元件。

7.3 测量定子绕组绝缘电阻。

电机绕组的绝缘电阻在热状态或热试验后应不低于下式的值：

$$R = \frac{U}{1000 + P/100} \dots\dots\dots (4)$$

式中： R ——电机绕组的绝缘电阻，单位为（ $M\Omega$ ）；

U ——电机绕组的额定电压，单位为伏（V）；

P ——电机的额定功率，单位为千瓦（kW）或千伏安（kVA）；

按式（4）计算的绝缘电阻低于 $0.38M\Omega$ ，则按 $0.38M\Omega$ 考核。

对额定电压交流 1000V 及以下、直流 1500V 及以下电机，冷态绝缘电阻应不低于 $5M\Omega$ ，额定电压交流 1000V 及以上、直流 1500V 及以上电机，冷态绝缘电阻应不低于 $50M\Omega$ 。

7.4 在电动机两端端盖上钻四个孔，钻孔位置应均匀分布在直径接近于定子内径圆周上，孔径应根据电动机容量大小确定在 10~40mm 的范围内。

8 加速寿命试验

电动机的加速寿命试验是由一系列试验周期组成。每个试验周期包括对电动机的绕组热老化、机械、额定电压、操作过电压、湿热作用等试验。

8.1 一个加速寿命试验周期由正反转起动加热、湿热和高温干燥三个试验阶段组成。

8.2 正反转起动加热试验是在额定电压（允许偏差 $\pm 10\%$ ）、轴端不加负载的情况下，通过提高环境温度和正反转起动运行方式进行的。其试验时间为 24h。定子绕组的试验温度应符合表 1 的规定。

表 1℃

绝缘等级	允许极限温度	试验温度
B	130	200±3
F	155	220±3
H	180	250±3

上述试验时，不许改变电动机的结构（如取下风扇等）。为了保证同型号电动机的发热相同，允许堵死风扇罩进风孔。

8.3 正反转起动加热与环境加热的温度比值应符合下列规定：

当额定功率为 0.55~5.5kW 时：

$$1.1 \geq \frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2} \geq 0.3 \dots\dots\dots (5)$$

当额定功率为 7.5~200kW 时：

$$1.6 \geq \frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2} \geq 1.15 \dots\dots\dots (6)$$

式中：Δθ₁——正反转次数一定时的定子绕组温度；

Δθ₂——环境温度加热时的定子绕组温度；

8.4 正反转起动运行 24h 后，进行恒定湿热试验。试验箱有效工作空间内的温度应保持在 40±2℃，相对湿度应保持在 90%~95%的范围内，湿热试验时间按表 2 的规定。试验箱和工作空间的定义见 GB/T 2421.1-2008 第 4.9 条，试验箱的要求见 GB/T 2423.3-2006 第 4 条。

表 2

绝缘等级	湿热试验时间 h
B	30
F	40
H	50

8.5 电动机经湿热试验后，按表 3 的规定进行高温干燥试验。高温干燥分两个阶段，其间隔时间应不超过 30min。

表 3

干燥阶段	绝缘等级	试验箱温度℃	干燥时间 h
1	B	80	6
	F	90	
	H	120	
2	B	120	12
	F	130	14

	H	140	16
--	---	-----	----

8.6 湿热试验及高温干燥试验期间均须测量定子绕组的绝缘电阻。其绝缘电阻应符合本标准第 7.3 条规定。

9 诊断检验

每个试验周期结束后，进行下列诊断检验。

9.1 在第一和最后一个试验周期结束后，应进行耐电压试验、三相电流平衡试验。试验结束后应接通电源，在额定电压下运行 10min。

9.2 在其他几个周期试验结束后，应进行三相电流平衡试验。试验结束后应接通电源，在额定电压下运行 10min。

在最后一个试验周期结束后，应按 GB3836.2 的规定，对全部样机的隔爆部件进行机械尺寸检查，对金属隔爆部件检查其是否有锈蚀。按照 GB 3836.1 和 GB 3836.2 对样机的密封圈或填料式引入装置进行夹紧、密封试验。

10 判定终止试验与合格

10.1 试验进行到规定的加速寿命试验时间时，如果试验样机失效数 r 未超过合格判定失效数 c ，且电动机的隔爆组件符合 JB/T50136.2 的规定，则认为该批量电动机的可靠性指标合格（指可靠度 R 与可靠寿命 t_R 合格）。

10.2 如果需要测取平均寿命时间 MTTF，允许试验样机继续进行试验，直至所有试验样机全部发生失效为止。

10.3 当进行 9.3 的检查时，如果发现有一台样机检查不合格，则判定该批量电动机的可靠性指标不合格。

11 试验数据处理

11.1 采用正态分布作为电动机绕组的失效分布。

11.2 电动机的加速寿命试验时间 t_s 以小时计算。

11.3 加速寿命试验时间按下述方法确定：

在图 1 中由试验持续时间 t_1 ，找出电动机绕组允许温度与可靠寿命时间的交点 C'' ，经 C'' 引直线平行于“基本直线”，该直线与试验温度相交于 C' 点，其纵坐标即是确定的加速寿命试验时间 t_s 。

11.4 加速试验计划周期 N_s 按式（7）计算。举例见附录 C（提示的附录）。

$$N_s = \frac{t_s}{24} \dots\dots\dots (7)$$

11.5 平均寿命时间 MTTF 等于全部被试电动机发生失效前的总试验时间的平均值 $\bar{X}$ ，按式（8）计算：

$$MTTF = \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^r \dots\dots\dots (8)$$

式中：n——抽样台数；
 X_i ——第 i 台电动机发生失效前的试验时间；

11.6 寿命方差 σ^2 按式（9）计算：

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \dots\dots\dots (9)$$

11.7 根据 t 分布表查出置信度（1- α ）为 90%，自由度等于 n-1 时的 t（ α ， n-1）值。（ α 称为显著性水平）。

11.8 平均寿命值的置信上限值 $\bar{X}_U$ 和下限值 $\bar{X}_L$ 按式（10）和式（11）计算：

$$\bar{X}_U = \bar{X} + t(\alpha, n - 1) \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}} \dots\dots\dots (10)$$

$$\bar{X}_L = \bar{X} - t(\alpha, n - 1) \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}} \dots\dots\dots (11)$$

11.9 从图 1 中查出平均寿命时间 MTTF 与试验时定子绕组温度的交点，经过该点引一直线平行于“基本直线”，根据该直线确定在正常运行条件下寿命置信上限 T_U 和下限 T_L 值。

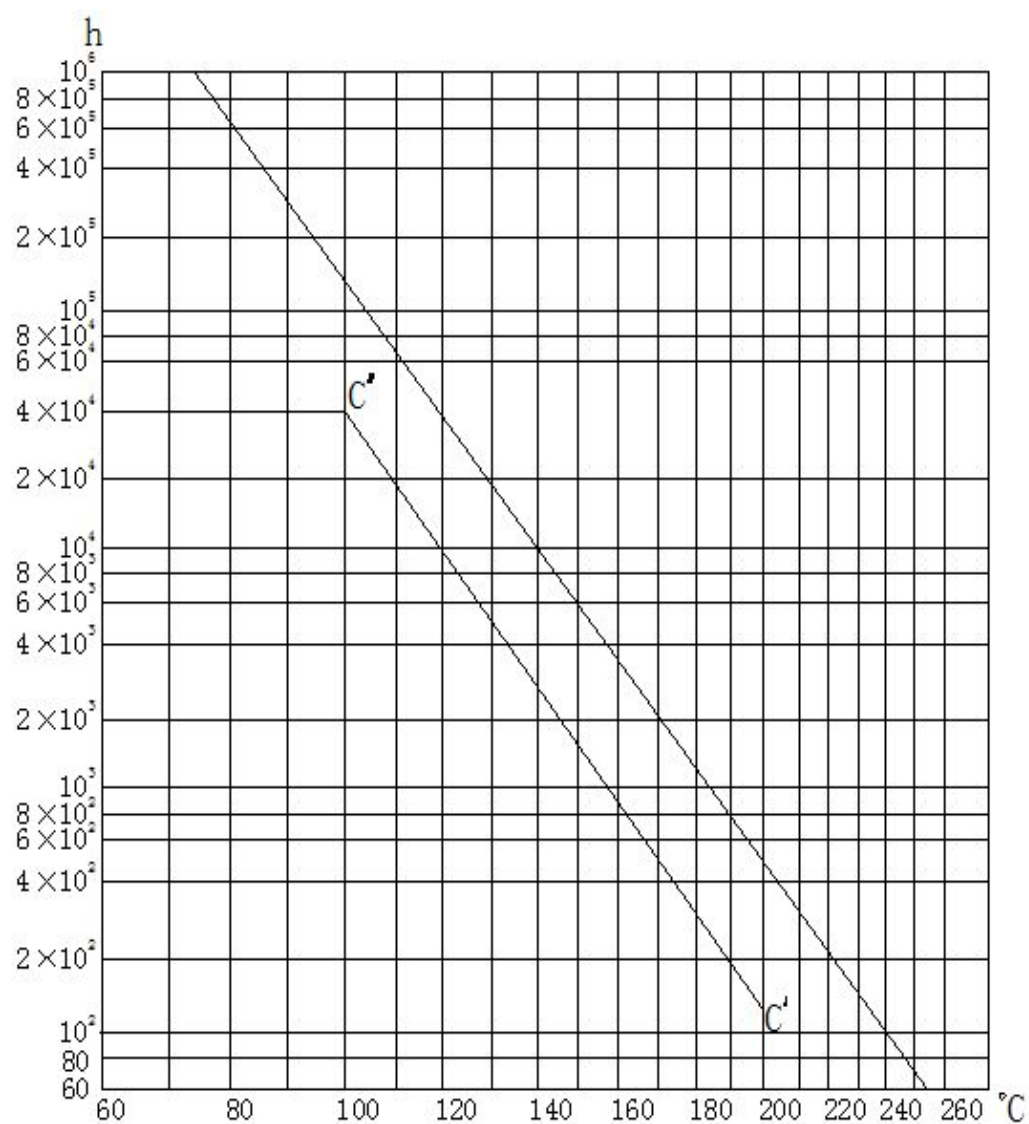


图 1

附录 A
(标准的附录)
抽样数表编制方法

利用表 A1 随机数表编制抽样数表。

A1 被试的一批产品应当按顺序排列起来。并假定从 0 编到 $N-1$ ，从随机数表中取数量与该批被试产品数量相符合的标记数。例如一批被试产品数量 N 为 11~100 则取二位数，若被试产品数量 N 为 101~1000 则取三位数。这二位数或三位数是用去掉表 A1 中四位数左边或右边二个或一个数字的方法取得的。

A2 挑选符合表列数码的样品，直至 n 台编制成一个抽样表。这时大于 $N-1$ 的数或重复的数应去掉。

A3 表 A1 中数字的选择顺序可按任一规则选择。例如：从表 A1 中选任一数向下顺序或经任一数向上连续选择。

表 A1

2182	1666	7373	4982	2368	0079	8768	8409	2949	4751
1549	8441	3351	3079	0026	5609	9172	4284	2793	1333
5118	4796	7035	2010	3449	7070	3543	3812	8478	3696
6348	3420	6583	7520	4909	4748	0896	3758	6368	9968
3309	4853	4021	8644	3980	1093	8312	0310	1512	0178
2050	3603	1812	4020	6573	9818	4719	8187	8589	8807
6817	6736	4591	9037	2949	5690	7934	8875	9796	0520
8310	3044	0433	1322	7664	0943	8798	6149	5385	2884
7505	7670	1848	5173	2146	2166	5084	9117	0199	7127
5637	5325	9367	5335	3191	6702	2902	6365	7014	6121
8251	3537	5139	5050	1515	3208	4252	1361	8838	6770
6129	7391	0429	2836	5284	9692	1021	2415	6337	6060
1311	4847	2317	3561	4533	1211	1918	0260	7193	7603
5151	2477	3250	7859	1764	3230	7073	1890	4899	6533
4245	4289	9301	4788	3937	5969	3070	6557	9925	1969
3395	7157	1084	0561	8388	2613	9025	2836	8493	8207
6542	9575	7896	7029	4986	4161	6224	4184	2633	2736
8068	1543	2019	3678	9248	7061	3847	9508	4528	1226
3370	3863	4713	4726	7010	1575	3209	9070	0644	3614
9306	0691	3221	3010	5948	5318	1959	4783	1810	2020
2166	2583	6878	3080	6318	0312	7739	9374	4688	4350
6844	3518	1638	7438	6106	7406	4238	4279	6206	1899
1479	7233	3827	9134	1023	3310	2487	3926	2233	8260
6432	6329	1364	1015	3892	1289	8504	0911	2001	5804
0485	7584	6030	2040	8568	5930	3361	6743	5995	4194
2182	1666	7373	4982	2368	0079	8768	8409	2949	4751
1549	8441	3351	3079	0026	5609	9172	4284	2793	1333
5118	4796	7035	2010	3449	7070	3543	3812	8478	3696
6348	3420	6583	7520	4909	4748	0896	3758	6368	9968
3309	4853	4021	8644	3980	1093	8312	0310	1512	0178
2050	3603	1812	4020	6573	9818	4719	8187	8589	8807

表 A1 (完)

6817	6736	4591	9037	2949	5690	7934	8875	9796	0520
8310	3044	0433	1322	7664	0943	8798	6149	5385	2884
7505	7670	1848	5173	2146	2166	5084	9117	0199	7127
5637	5325	9367	5935	3191	6702	2902	6365	7014	6121
8251	3537	5139	5050	1516	3208	4252	1361	8838	6770
6129	7391	0429	2836	5284	9692	1021	2415	6337	6060
1311	4847	2317	3561	4533	1211	1918	0260	7193	7603
5151	2477	3250	7859	1764	3230	7073	1890	4899	6533
4245	4289	9301	4788	3937	5969	3070	6557	9925	1969
3395	7157	1084	0561	8388	2613	9025	2836	8493	8207
6542	9575	7896	7029	4986	4161	6224	4184	2633	2736
8068	1543	2019	3678	9248	7061	3847	9508	4528	1226
3370	3863	4713	4726	7010	1575	3209	9070	0644	3614
9306	0691	3221	3010	5948	5318	1959	4783	1810	2020
2166	2583	6878	3080	6318	0312	7739	9374	4688	4350
6844	3518	1638	7438	6106	7406	4238	4279	6206	1899
1479	7233	3827	9134	1023	3310	2487	3926	2233	8260
6432	6329	1364	1015	3892	1289	8504	0911	2001	5804
0485	7584	6030	2040	8568	5930	3361	6743	5995	4194

附录 B
(标准的附录)
可靠度下限表

B1 由表 B1 查出给定的标准正态变量值 Z 及给定的可靠度 R 所对应的试验持续时间 t_1 的可靠度下限 $R_L(t_1)$ 。

表 B1

Z	R										
	0.999	0.995	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75
	$R_L(t_1)$										
0.0	0.9990	0.9950	0.9900	0.9800	0.9700	0.9600	0.9500	0.9000	0.8500	0.8000	0.7500
0.1	0.9986	0.9934	0.9871	0.9744	0.9625	0.9505	0.9382	0.8810	0.8264	0.7703	0.7157
0.2	0.9981	0.9931	0.9834	0.9678	0.9535	0.9394	0.9251	0.8599	0.7995	0.7389	0.6808
0.3	0.9974	0.9887	0.9788	0.9599	0.9429	0.9265	0.9099	0.8365	0.7703	0.7054	0.6443
0.4	0.9964	0.9854	0.9732	0.9505	0.9306	0.9115	0.8925	0.8106	0.7389	0.6700	0.6064
0.5	0.9952	0.9812	0.9664	0.9394	0.9162	0.8944	0.8729	0.7823	0.7054	0.6331	0.5675
0.6	0.9936	0.9761	0.9582	0.9265	0.8997	0.8749	0.8508	0.7517	0.6700	0.5948	0.5279
0.7	0.9961	0.9969	0.9484	0.9115	0.8810	0.8531	0.8264	0.7190	0.6331	0.5557	0.4880
0.8	0.9890	0.9625	0.9370	0.8944	0.8599	0.8289	0.7995	0.6844	0.5948	0.5160	0.4364
0.9	0.9857	0.9535	0.9236	0.8749	0.8365	0.8023	0.7703	0.6844	0.5948	0.5160	0.4364
1.0	0.9817	0.9429	0.9082	0.8531	0.8106	0.7734	0.7389	0.6103	0.5160	0.4364	0.3594
1.2	0.9706	0.9162	0.8708	0.8023	0.7517	0.7088	0.6700	0.5319	0.4364	0.3594	0.2981
1.4	0.9545	0.8810	0.8238	0.7422	0.6844	0.6368	0.5949	0.4522	0.3594	0.3228	
1.5	0.9441	0.8599	0.7967	0.7088	0.6480	0.5987	0.5557	0.4129	0.3228		
1.6	0.9319	0.8365	0.7673	0.6736	0.6103	0.5596	0.5160	0.3745			
1.8	0.9015	0.7823	0.7019	0.5987	0.5310	0.4801	0.4364	0.3015			
2.0	0.8621	0.7190	0.6293	0.5199	0.4522	0.4013	0.3594				
2.2	0.8133	0.6480	0.5517	0.4404	0.3745	0.3264	0.2877				
2.4	0.7549	0.5714	0.4721	0.3632	0.3015						
2.5	0.7224	0.5319	0.4325	0.3264							
2.6	0.6879	0.4920	0.3936	0.2912							
2.8	0.6141	0.4920	0.3192								
3.0	0.5359	0.3372									
3.2	0.4960	0.3015									
3.4	0.3783										
3.5	0.3409										
3.6	0.3050										

B2 当 Z 值与表 B1 中的值不符时，可靠度下限值 $R_L(t_1)$ 按式(B1)确定：

$$R_L(t_1)=R'_L(t_1)+\frac{R'_L(t_1)-R''_L(t_s)}{Z'-Z''}(Z-Z') \dots\dots\dots(B1)$$

式中：Z'—由表 B1 第一列给出的接近且小于 Z 的值；
Z''—由表 B1 第一列给出的接近且大于 Z 的值；
 $R'_L(t_1)$ —由 Z'和给定的可靠度 R 在表 B1 中查出可靠度下限值；
 $R''_L(t_s)$ —由 Z''和给定的可靠度 R 在表 Bt 中查出可靠度下限值。

B3 由表 B2 查出可靠度下限值 $R_L(t_1)$ 时($\beta=0.1$)的抽样量 n。

表 B2

c	$R_L(t_1)$										
	0.999	0.995	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91
	n										
0	2301	459	229	114	76	56	45	37	32	28	24
1	3888	776	388	193	128	96	76	62	54	47	42
2	5320	1062	532	265	176	132	105	87	74	65	57
3	6679	1334	668	333	221	165	132	109	94	82	72

c	$R_L(t_1)$									
	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	0.50	0.40	0.30
	n									
0	22	14	10	8	7	5	5	—	—	—
1	37	24	18	14	11	10	8	6	5	
2	52	34	25	20	16	14	12	9	7	6
3	65	43	32	25	20	17	15	12	9	8

B4 若 $R_L(t)$ 值与表 B2 中不符时，抽样量 n 用内插法式(B2)确定：

$$n = \frac{1 - R'_L(t_1)}{1 - R_L(t_1)} n' \dots\dots\dots(B2)$$

式中： $R'_L(t_1)$ —表 B2 中给出接近于 $R_L(t_1)$ 的可靠度下限值；
n'—由 $R'_L(t_1)$ 、 c 从表 B2 查得的抽样量。

附录 C
(提示的附录)
计算举例

C1 确定抽样量

样机型号为 YB3-160 M-4, 11 kW, B 级绝缘电动机可靠寿命 t_R 假定为 20000h, 可靠度 R 为 95%, 用户方风险系数 β 为 0.1, 合格判定失效数 $c=1$, 置信度 $(1-\alpha)$ 为 0.9。

1) 根据式(1)计算试验持续时间 t_1 :

$$t_1 = 2t_R = 2 \times 20000 = 40000$$

2) 根据式(2)计算离差 S :

$$S = 0.3t_1 = 12000$$

3) 根据式(3)计算标准正态变量值 Z :

$$Z = \frac{t_1 - t_R}{S} = \frac{40000 - 20000}{12000} = 1.67$$

4) 查附录 B(标准的附录)表 B1 确定 $R_L(t_1)$ 。

因附录 B(标准的附录)表 B1 中无 1.67 数值, 故按式(B1)计算 $R_L(t_1)$:

$$\begin{aligned} R_L(t_1) &= R'_L(t_1) + \frac{R'_L(t_1) - R''_L(t_s)}{Z' - Z''} (Z - Z') \\ &= 0.5160 + \frac{0.5160 - 0.4364}{1.6 - 1.8} \times (1.67 - 1.6) \\ &= 0.488 \end{aligned}$$

5) 因为 $R_L(t_1)$ 与附录 B(标准的附录)表 B2 中的数值不相符, 故用式(B2)计算抽样量 n :

$$\begin{aligned} n &= \frac{1 - R'_L(t_1)}{1 - R_L(t_1)} n' \\ &= \frac{1 - 0.5}{1 - 0.488} \times 6 \\ &= 5.8(\text{台}) \end{aligned}$$

所以取抽样量 n 为 6 台。

C2 确定加速试验时间和试验周期

1) 根据预先确定的试验持续时间 t_1 查图 1 曲线, 电动机定子绕组正常运行条件下的温度 100°C 和 $t_1=40000$ h 的交点为 C'' , 经 C'' 引与基本直线平行的直线与横轴 200°C 的交点为 C' , 其纵坐标即为求得的加速寿命试验时间 $t_s=110$ h。

2) 按式(7)求出加速试验周期:

$$N_s = \frac{t_s}{24} = \frac{110}{24} = 4.6$$

如果在 4.6 个试验周期内失效电动机数量不超过 1 台的话, 则认为该批电动机满足规定的可靠性指标要求。