

電氣測量儀表講義

東北電業管理局中心試驗所

1956年2月

目 錄

第一章 儀表零件結構及修理	1
第一節 摩擦力矩與重量關係	1
第二節 軸尖結構及修理加工	3
第三節 軸承結構檢查及置換	7
第四節 定位力矩摩擦誤差及品質係數	9
1. 定位力矩與比定位力矩	9
2. 指示變動（昇降誤差及摩擦誤差）	11
3. 品質係數	12
第五節 儀表傾側及可動體不平衡影響	13
1. 儀表傾側誤差	13
2. 可動體重力不平衡誤差	15
3. 儀表可動體平衡調整	16
第六節 反作用力矩游絲	18
1. 游絲的一般計算	18
2. 游絲力矩之測量	20
3. 游絲之按裝焊接	20
4. 游絲修整	21
第七節 指針刻度阻尼器	22
1. 指針	22
2. 刻度	24
3. 阻尼	25
第八節 儀表線圈及永久磁鐵	27
1. 線圈概述	27
2. 永久磁鐵	29
第九節 分流電阻倍率電阻及溫度補償回路	32
1. 磁電式表頭內阻測定	33
2. 並聯分路（開路切換）	34
3. 環形分流迴路（閉路切換）	34
4. 電壓倍率電阻	35
5. 關於分流及倍率電阻材料及安置上考慮問題	36
6. 儀表的溫度補償線路	37
第十節 儀表故障判別拆卸和裝配注意事項	39

1. 運行中的測量儀表損壞原因	39
2. 常見幾種故障現象	39
3. 刻度不合原因	40
4. 一般拆卸裝配注意事項	40
第二章 電磁測量儀表的誤差及一般技術要求	42
第一節 電磁測量儀表的誤差	42
第二節 電磁測量儀表的等級和容許誤差	43
1. 按準確度分類	43
2. 附屬設備按準確度分類	44
3. 按工作條件分類	44
4. 當定額負荷下對電壓降的規定	44
5. 溫度的影響	44
6. 週率的影響	45
7. 電壓的影響	45
8. 功率因數影響	45
9. 磁場的影響	45
10. 不平衡影響	46
第三節 對於電工測量儀表的一些技術要求	47
第四節 關於電工測量儀表驗收和試驗方法的規則	50
附 蘇聯國定電工測量儀器校檢期限表	54
第三章 儀表調整	57
第一節 總說	57
第二節 磁電式儀表調整	58
1. 磁電式儀表特性	58
2. 磁電式儀表調整方法	60
第三節 電磁式儀表調整	61
1. 電磁式儀表特性	61
2. 電磁式儀表調整方法	63
第四節 電動式瓦特表調整	66
1. 電動式儀表刻度特性	66
2. 電動式瓦特表調整方法	67
第五節 三相力率表調整	69
1. 力率表特性	69
2. 三相力率表調整方法	71
附錄 8—1 電磁式儀表刻度分佈特性與起始角關係舉例	71

附錄 3—2 三相表中 B 相串電阻引起線電壓移相說明	75
附錄 3—3 在平行磁場中交叉繞圈三相力率表轉角公式演算	75
附錄 3—4 三相交叉繞圈力率表可以二電壓表法試驗之證明	77
附錄 3—5 由已知 $U_1 U_2$ 求 $\cos\varphi$ 之 H 型列線圖作法	78
第四章 配電盤各種特殊表計	80
第一節 旋轉磁場式力率表 ($\Sigma H\Phi$ 型)	80
1. 旋轉磁場的產生	80
2. 扇形鐵片的轉動	81
3. $\Sigma H\Phi$ 型力率表校驗	82
第二節 同步指示器	84
1. 概說	84
2. 同步指示器試驗方法及步驟	86
3. AEG 感應型同步指示器	87
第三節 接地指示儀表	90
1. 靜電型檢漏計	90
2. 接地儀表變壓器	91
3. 三個或一個電磁式電壓表測量接地電壓	92
4. 電磁式差電壓檢漏計	93
5. 靜電型檢漏計試驗	93
6. 電磁式差動檢漏計試驗	94
第四節 無功電力表	95
1. 關於無功電力概念	95
2. 交叉線間電壓的無功電力表	96
3. 交叉相電壓式無功電力表	98
4. 用自耦變壓器移相的無功電力表	99
5. 外附感性阻抗的無功電力表	100
6. 無功電力表三相校驗法	101
第五節 週波表	102
1. 振動式週波表的構造	102
2. 彈簧尺寸材料特性與自然頻率關係	103
3. 簧片自然頻率調整	105
4. 指針型週波表	105
① 惠斯敦型週波表	105
② 西屋型週波表	106
③ 西門子型週波表	106

④ 蘇聯 $\Phi Д-Ч$ 型週波表	107
⑤ 週波表試驗	109
5. H_{305} 型記錄週波表	109
第六節 誤接線對三相電度表影響	112
第五章 溫度計及絕緣指示表	116
第一節 熱電偶型溫度計	116
1. 熱電偶性質	116
2. 熱電偶溫度計概念	116
3. 日本三菱 SX 型自由端溫度自動補償器原理	117
4. 蘇聯 KP—08 型自由端溫度自動補償器原理	119
5. 溫度表原理	119
6. 熱電偶溫度計校驗	122
第二節 電阻型溫度計	125
1. 電阻隨溫度變化概念	125
2. 電阻溫度計原理	126
(1) 直流不平衡電橋型	126
i 直流千分電壓表	127
ii 流比計式	130
(2) 交流電橋溫度計	133
i 芝浦 ART—24 型	133
ii 三菱 SZ 型	133
3. 電阻溫度計校驗	135
第三節 溫度表修理	136
1. 測溫元件配製	136
2. 測量機構配製	137
第四節 發電機轉子溫度計	139
1. 流比計轉子溫度計原理	139
2. 流比計轉子溫度的設計	141
(1) 流比計的簡單原理及構造	141
(2) 線卷的設計及溫度補償問題	141
3. 流比計轉子溫度計的校驗	143
(1) 計算公式的演算	143
(2) 轉子溫度計的校驗	144
4. 轉子溫度計按裝	146
(1) 電壓回路倍率電阻值的計算和調整	146

(2) 轉子電阻測定	147
(3) 電壓繞卷與電流繞卷間的電位問題	148
5. 轉子溫度計指示情況核對	149
① 投入運行核對	149
② 不投入運行核對	149
第五節 直流母線絕緣監視器	151
1. 絕緣監視器原理	151
2. 訊號繼電器的作用及其設計數據	159
第六節 轉子絕緣監視器	160
1. 原理	160
2. 接線方式及部件	162
第六章 儀表用變流器與變壓器	163
第一節 變流器的基本概念	163
1. 使用互感器的一般理由	163
2. 變流器與變壓器的區別	163
3. 變流器的誤差——比差與相差	165
4. 各種因素對於誤差之影響	165
(1) 激磁磁勢 θ_0 的影響	165
(2) 二次負擔的影響	166
(3) 一次線圈電流變化對誤差的影響	167
第二節 變流器的接線	168
1. 運行接線	168
2. 誤接線舉例	169
3. 二次開路	170
第三節 變流器的試驗	171
1. 二次負擔的計算	171
2. 試驗項目	172
3. 試驗方法	173
(1) 絕緣電阻測定	173
(2) 極性試驗	173
(3) 伏安特性	175
(4) 退磁	177
(5) 溫昇試驗	177
(6) 變流器二次負擔的測定	178
(7) 變流器的比相差特性	181

4. 蘇聯 ATT 型變流器試驗器	181
(1) 外形及構造	181
(2) 構造原理	183
(3) 關於 ATT 試驗器之一些數據	187
附 6—1 關於 ATT 型 CT 試驗器之附屬設備之簡單介紹	188
A 標準變流器	188
B BF 型振動檢流計	188
B 電流表	191
5. 西門子互感器試驗器變流器試驗部份	191
(1) 外形及構造	192
(2) 構造原理	194
6. 橫河PTR型變流器試驗器	196
(1) 外形及構造	196
(2) 構造原理	198
7. 兩瓦時計互換法試驗變流器	207
(1) 試驗方法	207
(2) 關於計算所使用公式之證明	210
第四節 儀表變壓器的基本概念	214
1. 誤差	214
2. 儀表變壓器的接線	215
3. 有關三相五鐵芯式儀表變壓器的概念	217
第五節 儀表變壓器的試驗	219
1. 試驗前的負擔計算	219
2. 試驗項目	220
3. 西門子互感器試驗器儀表變壓器試驗部份	222
4. 橫河 (PTR 型) 儀表變壓器試驗器	224
(1) 外形	224
(2) 試驗器之原理	225
(3) 使用本試驗器前必須做下列準備工作	232
5. 兩瓦時計法試驗儀表變壓器	234
(1) 需用儀器	234
(2) 試驗時之操作步驟	234
附 6—2 互感器的標準	235
第七章 非配電盤表計	236
第一節 測絕緣電阻表計	236

1. 流比計的基本概念和理論基礎.....	236
2. 各種磁電式流比計的構造和特徵.....	240
3. 英國 Evershed 1 型 2500B 搖表規程.....	244
(1) 構造及特徵.....	244
(2) 調整修理及試驗.....	249
4. 蘇聯 MC—06 型搖表規程.....	255
(1) 構造特徵及廠家資料說明.....	255
5. 各種梅格表的附錄資料.....	261
附錄 7—1 (1) 蘇聯 MOM—5 型搖表資料.....	261
附錄 7—1 (2) 蘇聯 M1101 型搖表資料.....	265
附錄 7—1 (3) 東德 2500/5000B 搖表資料.....	267
附錄 7—1 (4) 日本橫河 L—4 型搖表資料.....	270
附錄 7—1 (5) 英國 1000 搖表資料 Evershed 2 型.....	271
附錄 7—1 (6) 英國 Balginn 高阻、伏特、表資料.....	272
附錄 7—1 (7) 英國 RECORD 牌搖表資料.....	275
附錄 7—1 (8) NEIC 日本計器 8 型搖表資料.....	277
附錄 7—1 (9) 日本神奈川電氣會社高阻低阻計資料 KEC.....	278
附錄 7—1 (10) 法國 2500B 大型搖表資料.....	279
第二節 接地電阻測定器.....	280
1. 關於接地電阻測量問題的基本概念.....	280
2. 蘇聯 MC—07 型接地電阻測定器規程.....	281
(1) 構造及特徵.....	281
(2) 檢查調整與校驗.....	287
3. 東德接地電阻測定器規程.....	289
(1) 構造及特徵.....	289
(2) 使用方法說明.....	295
(3) 校驗方法及步驟.....	296
4. 各型接地電阻測定器資料.....	299
附錄 7—2 (1) 橫河 L—9 型接地電阻測定器參考資料.....	299
附錄 7—2 (2) 西門子接地電阻測定器資料.....	302
附錄 7—2 (3) 桑野接地電阻測定器資料.....	305
附錄 7—2 (4) 橫河 E—1 型接地電阻測定器參考資料.....	307
附錄 7—2 (5) 日本大倉接地電阻測定器資料.....	309
✓ 第三節 測電阻電橋.....	310
1. 關於中電阻及低電阻測量的理論基礎.....	311

2. 單臂電橋規程	313
(1) 構造及特徵	313
(2) 使用方法說明	316
(3) 檢查試驗與調整	316
3. 雙臂電橋規程	317
4. 各種電橋附錄	322
第四節 檢流計	327
1. 檢流計靈敏度及線圈電阻關係	327
2. 可動線圈之自然週期運動及阻尼	328
3. 檢流計內阻及靈敏度之測定	330
4. 選用檢流計之注意事項	331
第五節 試驗室用副標準表	332
1. AMB 型無定位電磁式多量程電壓表	332
2. ACT 型無定位電磁式電流表	344
3. ACT—II 型無定位電動式瓦特表	347
第六節 交直流伏安表	350
1. 整流器	350
2. 蘇聯M82型毫伏安表規程	354
3. 捷克伏安表規程	359
4. Muztavi II (德) 伏安表資料	367
附錄 7—6 (1) 橫河 (YEW) MPS型直流 VA 表	372
附錄 7—6 (2) 英國 V1982 型鉛形伏安表資料	374
附錄 7—6 (3) 蘇聯3MII, II312 型交流VA 表線路	376
附錄 7—6 (4) 東德AT 廠交直流 VA 表線路	377
第七節 復用電表	378
1. 復用電表測量交流電流及電阻	378
2. 島津TR—11A 型復用電表規程	382
3. 英國WINDSOR 88a型萬用表規程	391
4. 各種萬用表附錄	399
附錄 7—7 (1) 英國 Taylor 400 型萬用表資料	399
附錄 7—7 (2) 英國M—7 型萬用表資料	403
附錄 7—7 (3) 英國Tarlors windsor—7 型萬用表	408
附錄 7—7 (4) 英國GEC型萬用表	412
附錄 7—7 (5) 日本TOHO牌萬用表	416
附錄 7—7 (6) 英國 MIP—100 型萬用表	418

附錄 7—7 (7) 英國Taylor 廠Windsor 75a 型萬用表·····	422
附錄 (8) 東北電工局萬用表·····	427
附錄 (9) 日本計器TR-18A 型萬能表線路·····	428
附錄 (10) 島津TRA-1 型萬能表實際裝置線路·····	429
附 錄·····	附 1
附錄 (1) 各種配電盤儀表零件數據資料·····	附 1
彈性游絲·····	附 1
軸 尖·····	附 2
軸承寶石·····	附 2
軸承螺絲·····	附 3
磁電式線圈·····	附 3
電動式動圈 (扁)·····	附 4
電動式動圈 (圓)·····	附 4
電磁式動鐵片·····	附 4
電磁式及電動式固定線圈 (扁)·····	附 5
電磁式電動式固定線圈 (圓)·····	附 5
指 針·····	附 6
永久磁鐵·····	附 6
電壓倍率器·····	附 6
附錄 (2) 東北阿城儀表廠出品Д341 型電力表及無功電力 表接線圖·····	附 7
附錄 (3) 芝浦 ARW-24 型電力表資料·····	附 8
附錄 (4) 芝浦WA-1 型無效電力表資料·····	附 10
附錄 (5) 富士FOIN 型電力表資料·····	附 11
附錄 (6) 富士 360° 力率表資料·····	附 14
附錄 (7) 芝浦 ARP-24 型力率表資料·····	附 16
附錄 (8) 各種電磁式電流電壓表資料·····	附 18
附錄 (9) 東北 Д342 三相力率表資料·····	附 20

第一章 儀表零件結構及修理

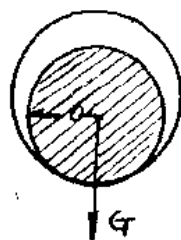
第一節 摩擦力矩與重量關係

兩個物體相接觸就一定有摩擦存在。摩擦力永遠反對物體運動方向，其大小與面積無關，祇與接觸面光滑程度——亦即摩擦係數及加諸物體總壓力，——在軸承上即可動體重量 G ，成正比例。摩擦力矩就是摩擦力與對中心軸力臂長的乘積。

(1) 在兩個圓筒形側面接觸之下

$$\text{摩擦力 } f = \mu G.$$

$$\text{摩擦力矩 } M_f = fa = \mu Ga.$$



(2) 在垂直軸尖軸承球面接觸中，由於材料壓力使尖端少許變形，實際接觸面是一個極小的近似的圓平面，具有半徑 a ，可以用積分辦法來求出摩擦力矩。

$$\text{接觸面積 } A = \pi a^2$$

$$\text{接觸面上平均壓力 } P = G/\pi a^2 = G/A$$

$$\text{設在接觸面上有單元面積 } dA = 2\pi r dr$$

$$\text{其上壓力 } dG = PdA$$

$$\text{產生摩擦力 } df = \mu dG = \mu PdA$$

$$= \mu P 2\pi r dr$$

$$\text{產生摩擦力矩 } dM_f = r df$$

$$= \mu P 2\pi r dr, \quad \mu = \frac{G}{\pi a^2} \cdot 2\pi r^2 dr$$

$$= \frac{\mu G}{a^2} 2r^2 dr$$

對 dr 積分得全部摩擦力矩：

$$M_f = 2\mu G/a^2 \int_0^a r^2 dr = 2\mu G/a^2 \left[\frac{r^3}{3} - 0 \right] = \frac{2}{3} \mu Ga$$

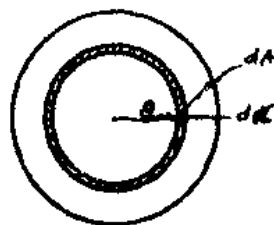


圖 1—1

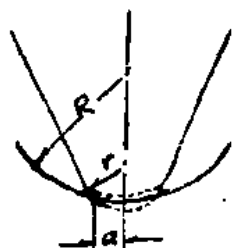


圖 1-2

顯然這種接觸要比上面一種摩擦力矩要小 $\frac{1}{3}$ 。

接觸圓面半徑根據某些材料力學上應力應變研究由下式決定：

$$a = \sqrt[3]{0.68G \frac{\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2}}{\frac{1}{r} - \frac{1}{R}}}$$

此處 $E_1 E_2$ 分別為軸尖軸承材料的彈性係數 ($g-cm^2$)。

r, R 分別為軸尖軸承的曲率半徑 (cm)。

(3) 但是軸尖較軟當應力超過一定數值就要被壓鈍而損壞，軸尖的中心的應力最大，其中心處最大應力 σ_{max} 為

$$\sigma_{max} = \frac{3}{2} G / \pi a^2 = \sqrt[3]{0.235G \frac{\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right)^2}{\left(\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2}\right)^2}}$$

為保證軸尖不被壓鈍，應使 σ_{max} 低於已知軸尖材料強度，並保持在一定數值上，由此解出軸尖軸承應有的曲率半徑相互關係

$$\frac{1}{r} - \frac{1}{R} = \sqrt[3]{\sigma_{max} \frac{3}{0.235G} \left(\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2}\right)^2}$$

由此得出接觸圓面，半徑 a ，在保持中央應力不變情況下應為：

$$a = \sqrt[3]{0.68G \frac{\left(\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2}\right)}{\sigma_{max}^2 \left(\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2}\right)^2}} = KG^{0.5}$$

(4) 於是得出摩擦力矩最後公式

$$M_f = 2/3 \mu G a = 2/3 \mu K G^{1.5} = K' G^{1.5}$$

這結果說明軸尖軸承間的摩擦力矩是與可動體的重量的 1.5 次方成比例的。

軸尖軸承是儀表的一個重要組成部分，所以軸尖軸承的質量在很大程度上決定着整個儀表質量。

由於軸尖尖端接觸面積極小，雖然儀表內整個可動體的重量並不很大，一般的由數克至十數克，仍使軸尖軸承經常的處在很高壓力之下，一般在 200~500 公斤/平方公分。這樣就要求軸尖軸承材料具有很大機械強度，足夠的應力彈性係數和硬度及耐磨性，軸尖軸承的硬度並應有一定的比例。

爲了儘可能減小軸尖軸承間摩擦。軸尖軸承表面必須加工得很光滑以減少摩擦係數，並須考慮到防止工作中軸尖軸承爲油泥塵埃所沾污或生銹。

軸尖軸承曲率半徑及形狀必須選擇很適當（根據材料彈性可動體重量，工作條件等等）以保證儀表在受到振動和衝擊加速度時，軸尖軸承不至損壞。同時在一定程度上還要保持足夠小的接觸面以使摩擦不會過份增大，及引起很大傾斜誤差。

在以上這些條件之下，一般材料都很難滿足這些要求，同時使得軸尖軸承的製造加工、修理、檢查、成爲一種需要高度精密細緻的困難工作，由此而必須藉助於一些特殊的工具儀器。

第二節 軸尖結構及修理加工

軸尖一般由含碳量約 1%—1.2% 的不銹鋼製成。新式儀表中有用 75% 的鎢 5% 鎢的合金來製造。

軸尖的按裝，在可動體爲線圈時多半插入特製的「軸座」中。在可動鐵片的可動體上則插於母軸的孔眼中。在儀表可動體中除軸尖外應該都用非磁性合金製成。

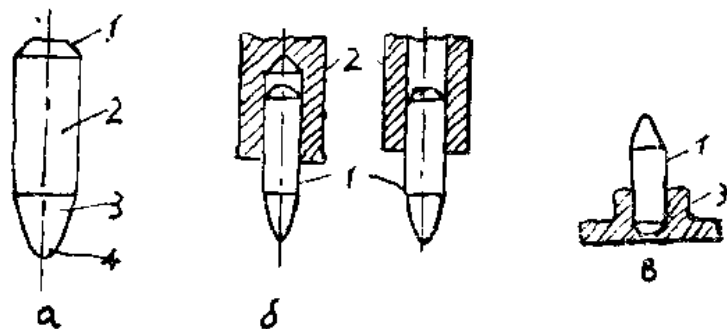


圖 1—3

圖 a, 1—斜邊 2—圓筒形部分 3—圓錐面 4—球面（工作面）

圖 b, a, 1—軸尖 2—母軸 3—軸座

軸尖圓筒形表面上不能有鐵滓和痕跡與裂縫，破碎和其他類似的缺點。圓筒直徑的粗細，主要由軸座，及母軸孔眼的直徑大小來決定。一般的在 0.3~1.2 公厘範圍內，在大多數情況下攜帶型表都在 0.5 公厘附近。在配電盤表計則在 0.8 公厘上下。

軸尖的圓錐面角度 φ 是與軸尖尖端曲率半徑有關的，通常 γ 小則角度小（對可動體很輕，高靈敏度直流表頭 φ 約最小爲 40° ）。 γ 大則一般角度大到 60° ，通常以 50° 左近最多，圓錐面角容許誤差一般爲 $\pm 5^\circ$ ，軸尖的曲率半徑 γ ，主要與可動體

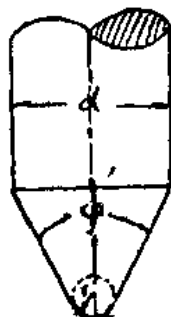


圖 1-4

重量及比定位力矩——即與游絲彈性精密程度儀表等級有關，對於重量輕而靈敏度高的表 γ 小，反之即大，大致上總在 0.03~0.1 公厘範圍之內。

在配電盤型電磁式及磁電式儀表 1, -1.5-2.5 級約為 0.05~0.06 公厘。

在一般 0.5 級攜帶型儀表 γ 約在 0.025~0.065 範圍內。對於可動體較重感應型瓦特表如 BHT 型的為 0.08~0.1 公厘，在搖表中多在 0.1 公厘以上，至於電度表則為 0.4~0.5 公厘，對於某些品質係數很小靈敏度要求極高特殊表計（例 μA 表等）則在

0.01~0.025 範圍內，軸尖曲率半徑容許公差，當 $\gamma < 0.08$ 公厘時為 ± 0.005 公厘，當 $0.08 < \gamma < 0.2$ 公厘時為 ± 0.01 公厘。

軸尖形狀尺寸檢查，祇有在具有標度尺的，放大倍數在 40~100 倍的簡單顯微鏡下進行。顯微鏡由標度尺之校準可以用經千分卡量準了的已知直徑的細漆皮線來比較出（一般用直徑 0.05 公厘為合適）每一小格相當於多少公厘。

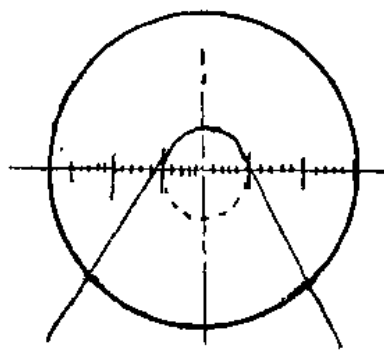


圖 1-5

軸尖曲率半徑 γ 之測量是將軸尖調整到曲率圓心正好與顯微鏡內標度尺中心重合時來讀出曲率圓佔有的小格數折半計算。軸尖圓錐面角度的測量也是藉助於顯微鏡進行。先在顯微鏡圓鏡上，附加上一個 360° 分格圓紙後，將顯微鏡調節到其標度線與軸尖圓錐面的一邊重合讀取一個角度數（在目鏡附加紙片邊沿上），然後再將目鏡旋轉，直到標度線與圓錐面另

一面又重合，再由紙片上讀取另一角度，這兩次角度之差就是軸尖圓錐面角度。分度紙片一次細心做好後，可永遠設法按裝在目鏡之上。

軸尖表面光滑程度的檢查很難有一定標準，在修理儀表時，祇有與另一原來的軸尖比較來觀察。

在修理儀表時當發現儀表昇降誤差大，摩擦誤差回零不好，及指示變動（輕敲儀表）的情況時，主要原因為軸尖或軸承故障，大多數是因為儀表經長期使用軸尖被摩擦損傷禿平了。或軸尖材料太脆，在受到意外衝擊碰缺了，或材料太軟受到較大壓力彎曲或堆了，或是根本上軸尖圓錐面角度就不對稱等等。

這些情況都可以藉顯微鏡檢查出來。此時軸尖必須進行加工修理研磨。

軸尖的修理研磨，應保證不改變原來的尖頭曲率半徑及圓錐面角度，因為這

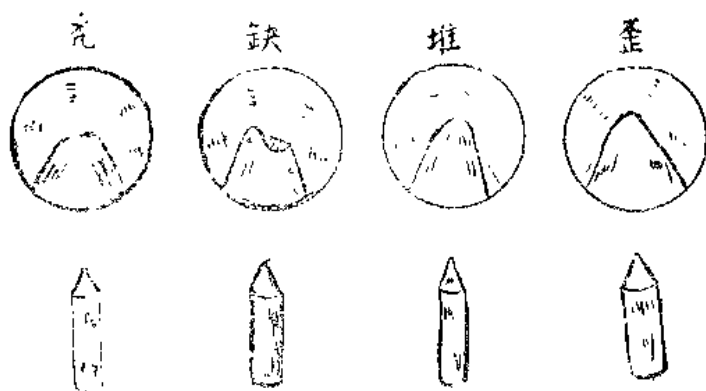


圖 1—6

都是在設計儀表時根據重量和材料慎重考慮好了的，改變了這些尺寸就會引起儀表質量上或使用壽命降低。

軸尖修理時研磨加工是在特製的軸尖磨床上用手進行，這種磨床具有特殊卡具（納子），能將很細的軸尖卡住，研磨時速度愈快愈好，一般在每分鐘 3000 轉左右。研磨修正圓錐面角度，或沿沿原有角度將軸尖打尖，是用三角油石或平板油石（色純白略帶透明的較好），黏貼在具有適當角度斜面木板上，再將木板靠在磨床可調節的架上進行。在油石上應不時加一些鏡油以免油石易於損壞。研磨時可將油石順着軸尖角度來回移動，以使軸尖能與油石較大面積接觸，磨得要均勻些。

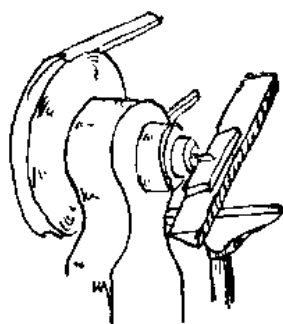


圖 1—7



圖 1—8

軸尖尖端曲率半徑打圓是利用具有彈性把柄的工具，它是以油石黏固在有彈性的磷銅片之上（銅片 2），再固定套在木製把柄上，打圓曲率半徑是以手拿着把柄，讓油石在接觸尖端自然接觸，並同時向上不斷包絡旋轉磨圓。尖頭半徑之大小決定於磨圓時間之長短，這祇有靠實際經驗和多用顯微鏡觀察。

軸尖拋光也是在軸尖磨床上進行。當角度正確，尖頭磨圓之後，用上等鐵紅粉（磨光劑）蘸合汽油，刮於牛皮上。再由牛皮條與軸尖滾動磨擦——拋光。

軸尖清潔應用濾過紙，在軸尖上不斷穿刺以將在上附着物除去。拋光後軸尖應放在碳酸鈉溶液中洗滌，再放入蒸餾水中漂洗，以後再放在兩片濾過紙之間，在酒精燈上乾燥。

研磨後軸尖不應用手拿取，應用非磁性的鉗子拿取。

在磨研軸尖時不應受到熱的作用。應避免陽光直接曝曬，在附近應沒有開蓋的酸及蓄電池以免腐蝕。

軸尖的保存應放在軟木材料，或瓷做的乾燥的盒子裡。

軸尖的淬火；在製造重配新軸尖時，一般在加工之前先將不銹鋼棍退火，即是將鋼棍燒至赤紅，再任其在爐中緩慢、自然冷卻以去其硬度，便於製成適當坯形。在製成一定尺寸的坯形後進行淬火，淬火在馬弗爐中進行。或在自製之小電爐中進行，小電爐是以鎳鉻線繞繞於 7~10 公厘瓷管上包以石棉灰製成，電壓為伏量約 50~100 瓦特。

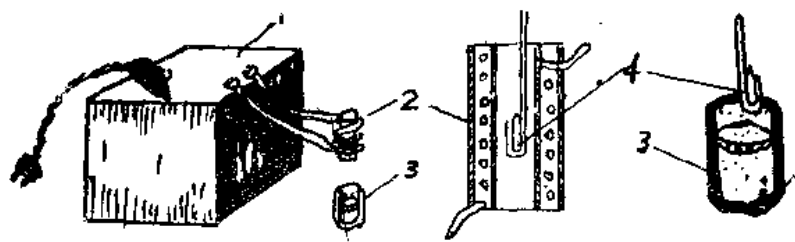


圖 1—9

1. 降壓變壓器 2. 繞以鎳鉻線電爐 3. 盛水的玻璃杯 4. 被淬火軸尖

淬火過程分兩部分：先將軸尖燒至赤熱，將其迅速放入水中，在水的表面上滴一層機器油（用以控制淬火速度）。

淬火以後第二步是回火，以增強韌性，即是把淬火後之軸尖重新鍛燒，當其由稻草黃色，剛轉為藍色時就將其放入水中。

淬火後之軸尖應放在汽油中清洗，在淬火前後均應加以退磁。

淬火質量可以軸尖在玻璃上劃線以作檢查，淬火較弱軸尖會被磨鈍，而淬火過度、軸尖易於折斷，不過這辦法是很粗略，祇能粗略判斷，並不十分可靠。

淬火良好之軸尖方可應用前一段所述方法進行磨角度、磨曲率半徑及拋光。

軸尖由軸座或母軸上拔出是很細緻的工作。拔軸尖一般由小鉗子或四瓣將軸尖夾住，必須注意當使力拔時，不將可動體其他部分（線圈指針等）碰壞，拔時應順着軸的方向，至多祇能將軸略旋轉，不可將軸尖向左右擺動，以免將軸座眼孔擴大。拔時感到困難，可在軸座邊上加少許汽油塗和的鐘表油。

拔軸尖較好辦法是由尖劈衝擊，這樣方式能保證線圈不受到拉力而致損壞。

當軸座已被取下則可從軸座背面，鑽穿小孔用小鐵棍將軸尖敲出。

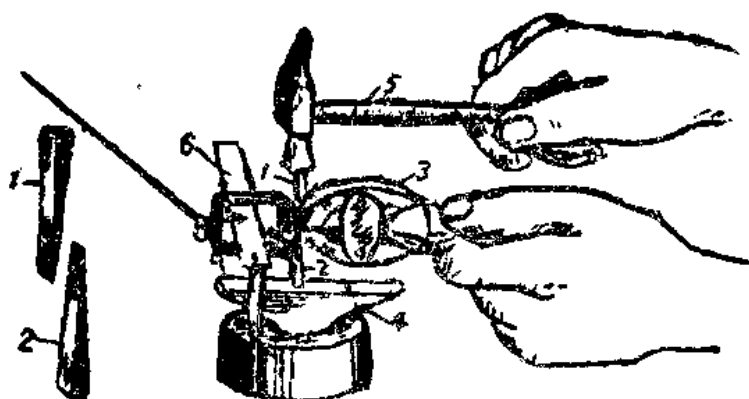


圖 1—10

當軸尖外露部分太小時，可用特製的圓筒刮刀將軸座邊沿刮去少許，以便用工具咬住軸尖。

軸尖的按裝可用特製小套筒，套在軸尖上用小鎚敲進。

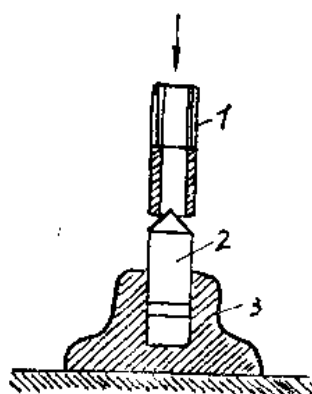


圖 1—11

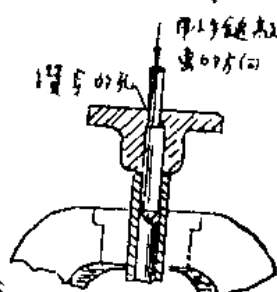


圖 1—12

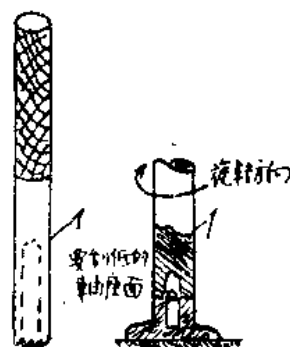


圖 1—13

第三節 軸承結構檢查及置換

對軸承材料要求是具有最大的強度、硬變、耐磨力，最小的摩擦係數（對鋼製軸尖而言）及脆性。另外對金屬不會使其生鏽。

一般軸承以瑪瑙和剛玉製成。

瑪瑙主要成分為石英，及一定重量比例的自由氧化矽（ SiO_2 ）密度約為 $2.58 \sim 2.64 \text{ g/cm}^3$ 硬度按莫氏（Mooca）係數為 6.5 級以上（920 公斤/公厘平方）。

剛玉即是各種不同結晶的氧化鋁，如紅寶石，藍寶石，青玉等。它們的硬度