

技工學校教材

高小畢業程度適用

电工工艺学

下 册

全國技工學校教材編審委員會編

科学技术出版社

技工学校教材

4160360254

高小畢業程度適用

电 工 工 艺 学

科学技术出版社

1961年·北京

本书提要

本书分上、下二册出版。下册中介绍的主要内容有感应电动机的制造基本知识和制造、修理的方法，变压器的制造和修理方法；以及接地接零装置的方法，提高劳动生产率的方法和安全技术等。

本书供三年制技工学校高小毕业程度的学生作教材用，也适合同等程度的在职工人自学阅读。

技工学校教材
高小毕业程度适用
电 工 工 艺 学
(下 册)

全国技工学校教材编审委员会编

科学技术出版社出版

(北京市西直门外郭家嘴)

北京市书刊出版业营业许可出字第091号

北京新华印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

开本：787×1092¹/₃₂ 印张：7²/₁₆ 字数：150,000

1961年10月第1版 1961年10月第1次印刷

印数：27,020

总号：1624 统一书号：15051·362

定价：(7) 6 角 5 分

第十二章 感应电动机制造的基本知識

§ 1. 电动机制造概說	1
§ 2. 感应电动机制造过程	2
§ 3. 成系列电动机	3
§ 4. 制造成本	10
§ 5. 电机的主要材料	11

复 習 題

第十三章 感应电动机制造

§ 1. 主要机械制造	24
§ 2. 冲片的制造和塗漆	30
§ 3. 定子和轉子鉄芯叠压	37
§ 4. 轉子鑄鋁	43
§ 5. 繞組制造	48
§ 6. 繞組嵌綫	51
§ 7. 繞組干燥和浸漆	60
§ 8. 校平衡	64
§ 9. 总装配	68
§ 10. 成品的檢查和試驗	69

复 習 題

第十四章 电动机的修理

§ 1. 概說	77
§ 2. 电动机的拆卸和装配	79
§ 3. 电机繞組的構造	83
§ 4. 定子繞組的修理	93
§ 5. 轉子繞組种类及修理	99
§ 6. 炭綫的修理	100
§ 7. 定子和轉子鉄芯的修理	103
§ 8. 繞綫型电动机电刷和滑环的修理	104
§ 9. 軸承的修理	105
§ 10. 修理后的檢驗	112

复 習 題

第十五章 变压器制造

§ 1. 变压器的構造	117
§ 2. 制造变压器的主要材料	120
§ 3. 铁芯制造	126
§ 4. 线圈制造	141
§ 5. 变压器装配	152
§ 6. 变压器干燥	155
§ 7. 变压器装入油箱	158
§ 8. 变压器試驗	160

复 習 題

第十六章 变压器修理

§ 1. 变压器检查	177
§ 2. 变压器常見故障和原因	179
§ 3. 线圈的修理	180
§ 4. 铁芯修理	183
§ 5. 变压器零件和附件的修理	185
§ 6. 变压器油的過濾和耐压試驗	188
§ 7. 修理变压器的安全技术	193

复 習 題

第十七章 接地接零裝置

§ 1. 基本概念和定义	196
§ 2. 电气设备必須接地部分	201
§ 3. 接地体的安裝方法	202
§ 4. 接地綫与接零綫的施工方法	202
§ 5. 利用建筑物的金属結構等作为接地綫或接零綫	208
§ 6. 改良土壤的导电率	209
§ 7. 接地裝置运行前的檢驗	210
§ 8. 接地裝置的运行	214

复 習 題

第十八章 提高劳动生产率的方法和措施

§ 1. 合理的劳动組織与工作位置組織	216
§ 2. 提高設備的利用率	218
§ 3. 安全供电和加强預防性試驗	219

§ 4. 學習先進技術、大鬧技術革命.....	220
-------------------------	-----

復習題

第十九章 安全技術與防火

§ 1. 安全技術的意義.....	225
-------------------	-----

§ 2. 電工安全技術和急救方法的學習.....	225
--------------------------	-----

§ 3. 企業中安全技術常識.....	229
---------------------	-----

§ 4. 企業中的消防措施.....	232
--------------------	-----

復習題

第十二章 感应电动机制造 的基本知識

§ 1. 电动机制造概說

电动机是实现电气化和自动化不可缺少的设备、特别是小型感应电动机,各工业部門都需要用它来装备。由此可以理解,感应电动机的龐大的需要量和对实现国家电气化的重要性。

在1958年大躍进的年代里,党提出全民办电,全民办工业的号召,我国中、小型电动机制造业跟其他制造业一样,得到了“一天等于二十年”的高速发展。为了适应当时电动机的需要,有的工厂是白手起家办起来的,而且在材料供应不足的情况下,有的厂使用铸铁片代替硅钢片,制造出铸铁片的电动机,来满足农业电气化的需要。

电机制造是整个机器制造业中的一个部門,但它具有一定的特点,一般机械制造业,只研究零件的机械加工和把零件装配成机器;而电机制造除了机械加工和电机总装配以外,还包括铁芯的冲制和装配,繞組綫圈的繞制、成形、絕緣、浸漆以及將其嵌入綫槽中,并进行焊接等等。这些工艺过程的质量好坏,在很大程度上决定电机的性能。例如铁芯的渦流損失,几乎完全决定于冲片的冲制和铁芯的装配质量;在制作繞組綫圈时,由于灰塵和髒物落在絕緣上,或者繞組干燥和浸漆不得法,便会显著地降低繞組絕緣寿命,很小的金属屑掉在繞組內,常常造成电机絕緣的损坏。因此工厂里規定在繞綫工段附近,不准进行和金属加工有关的任何工作,并且繞綫工段內最好在繞組嵌綫时,使用压缩空气来清除綫槽中的铁屑。

在电机制造厂中,除了金属切削机床以外,还有许多特殊

设备，其中包括冲制钢片的冲床，冲片涂漆、干燥的设备，转子铸铝设备，绕组的绕线和包绝缘所用的机床、平衡机床，绕组的浸漆和干燥等复杂设备。这些设备一天一天地更加专门化和自动化了。例如，转子嵌线可用嵌线机床来代替手工劳动。如果断线时，或绕完所需匝数后，机床就能自动停车。

§ 2. 感应电动机制造过程

电动机的制造过程，可简明地用下面的图表来说明。

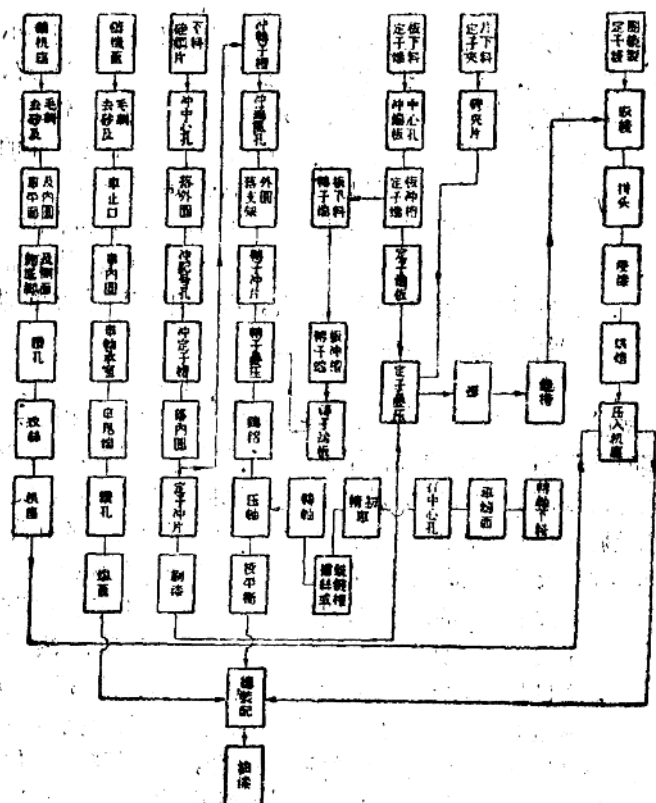


图 12-1 感应电动机制造过程

上述圖表所列出的感應電動機製造工藝過程，對每一種電動機來說，都不是完全一樣的，但大致還是相似的。同一電動機，由於各廠設備和技術條件不同，工藝過程就不可能完全一致。

必須指出，上述圖表只能說明加工順序，對布置個別生產工段，還應作周密的考慮，使零件和半成品的流水作業線達到最短，最好不穿過或少穿過其他工序流水作業線。這樣的生產組織，對提高勞動生產率具有很大的意義。

§ 3. 成系列電動機

為了使不同功率或不同種類的電動機部件具有互換性，把兩種或三種不同功率的電動機作成同一直徑的鐵芯，但有不同長度。因此，可減少沖制鋼片的沖模數，使用同樣端蓋、軸承，並減少加工轉軸和機座的量具種類，無疑地，這樣會大大提高生產效率的。這裡應當指出，成系列電動機對於較低功率的電動機來說，是多增加了些功率；對較高功率電動機來說，它的過載能力比較低功率電動機是要低些。但是它在大量生產和安裝與修理方面都較方便，所以這個缺陷還是次要的。

通用系列感應電動機，其功率從0.6~12.5千瓦，共有七

表 12-1 通用電動機的型號和用途

中國牌號	仿蘇牌號	結構形式	外殼	用 途
J	A	防護式	鑄鐵	一般應用，用以傳動在起動性能上及其他性能上無特別要求的機器，如水泵、車床、銑床、鑽床等。
JL	AL	防護式	鋁	同J系列，但重量減輕25%，用在重量要求減輕的機器設備的傳動和機床的驅動，如水泵、運輸機械、車床、磨床等。
JQ	AO	封閉吹風式	鑄鐵	同J系列，但用在灰塵較多，水土飛濺的地方，如碾米機、磨粉機、及某些礦山用機械。
JLO	AOL	封閉吹風式	鋁	同JL系列，但用在灰塵較多，水土飛濺的地方，如紡織機、磨粉機、碾米機及礦山機械等。

种外型尺寸(从3号到9号)。其机壳有鑄鉄和鑄鋁的(仅3、4和5号外型尺寸)。机壳为鑄鉄和鑄鋁的同功率的电动机,它們都有同样的电气特性和安裝尺寸,仅重量不同。

通用系列电动机型号如表 12-1 所示。其外形結構为防护式和封閉吹風式两种。在同样的功率轉速下,防护式和封閉吹風式电动机,都具有相同的安裝尺寸(兩極电动机除外,封閉吹風式电动机的功率,比防护式低一級)。

上述牌号 J 表示感应电动机, L 表示鋁壳, O 表示封閉式。

感应电动机除上述四种通用系列以外,还有许多通用的电动机,例 JS (S 表示双鼠籠)、JG (G 表示深槽鼠籠)、JQ (Q 表示高起动轉矩)、JQO、JR (R 表示繞綫型轉子), 以及許多特殊用途的系列电动机。

表 12-2、表 12-3 和表 12-4 列出 J 和 JL 系列电动机技术数据。

电动机型号字母后的第一个数,表示不同硅鋼片外徑的机座号碼,第二个数表示鉄芯長度,短綫后的数目字表示極数。例如, J 62-4 表示是鑄鉄外壳的防护式,六号机座,第 2 号鉄芯長度,四極系列的电动机。

圖 12-2 表示 J 系列电动机外形結構,表 12-5 表示 J 系列电动机外形尺寸。

J、JO 兩系列电动机是应用最多最广的电动机,約占全国电动机全年需要量的一半左右。由此可見,对 J、JO 及其他系列电动机进行新系列的设计,以达到減輕重量、縮小外形、节约原材料,对加速社会主义建設是具有重大意义的。

在 1958 年我国已設計出 J₂、JO₂ 新系列电动机。

新系列电动机的材料消耗比原有系列电动机降低的百分比,如表 12-6 所示。

新系列电动机的重量比原有系列減輕 17~34%, 体积縮小 12~36%。

表 12-2

J 和 JL 系列防护式电动机

(同步转速3,000转/分)

电动机型号	轴上的 额定功率 (瓦)	在 额 定 负 载 时				起 动 电 流	起 动 电 流	最 大 电 流	电动机重量 (公斤)		飞 轮 惯 量 (公斤/米 ²)	
		转速 (转/分)	在下列电压 (伏)下的定 子电流(安)		效率 %				cosφ			
			220	280								
J (JL) 31-2	1.0	2,850	3.8	2.2	79.0	0.35	5.5	1.8	17.0	12.0	0.008	
J (JL) 32-2	1.7	2,850	6.4	2.7	81.5	0.87	6.0	2.0	2.4	24.0	16.0	0.014
J (JL) 41-2	2.3	2,870	10.0	5.8	81.0	0.83	5.5	1.6	2.2	24.0	23.0	0.024
J (JL) 42-2	4.5	2,870	15.7	9.1	85.5	0.83	6.0	1.8	2.4	42.0	30.5	0.034
J (JL) 51-2	7.0	2,890	24.0	13.8	87.0	0.89	7.0	1.5	2.2	70.0	50.0	0.11
J (JL) 52-2	10	2,890	33.9	19.5	87.5	0.89	6.0	1.6	2.4	91.0	66.0	0.16
J 61-2	14	2,920	47.0	27.5	87.5	0.89	5.5	1.2	2.5	130.0	—	0.27
J 32-2	20	2,920	60.0	38.0	88.5	0.90	6.0	1.3	2.7	145.0	—	0.35
J 71-2	28	2,930	92.0	53.0	89.0	0.90	5.0	1.0	2.2	210.0	—	0.57
J 72-2	40	2,930	128	74.0	90.0	0.91	5.5	1.1	2.4	235.0	—	0.73
J 81-2	55	2,930	175	101	90.5	0.91	5.0	1.0	2.2	270.0	—	1.4
J 82-2	75	2,930	235	138	91.0	0.92	5.5	1.1	2.4	415.0	—	1.8
J 91-2	100	2,950	312	180	91.5	0.92	5.5	1.0	2.2	505.0	—	3.3
J 92-2	125	2,950	388	225	92.0	0.92	5.5	1.0	2.2	685.0	—	4.3

表 12-3

J 和 JL 系列防护式电动机

(同步转速1500转/分)

电动机型号	轴上的 额定 功率 (瓩)	在 额 定 负 载 时			起 动 电 流	起 动 转 矩	最 大 转 矩	电动机重量 (公斤)		飞 轮 惯 量 (公斤/米 ²)
		转 速 (转/分)	在下列电压 (伏)下的定 子电流(安)	效 率 %				J 系 列	(JL) 系 列	
J (JL) 31-4	0.6	1,410	2.8	74.0	5.0	1.7	2.0	17.0	12.0	0.013
J (JL) 32-4	1.0	1,410	4.2	78.5	5.0	1.8	2.0	24.0	15.0	0.019
J (JL) 41-4	1.7	1,420	6.7	81.5	5.0	1.8	2.0	34.0	22.0	0.042
J (JL) 42-4	2.8	1,420	10.5	83.5	5.5	1.9	2.0	42.0	29.5	0.06
J (JL) 51-4	4.5	1,440	16.3	85.5	6.0	1.4	2.0	70.0	48.0	0.17
J (JL) 52-4	7.0	1,440	24.6	87.0	6.0	1.5	2.0	91.0	64.5	0.25
J 61-4	10	1,450	34.1	87.0	5.0	1.2	2.0	125	—	0.36
J 62-4	14	1,450	47.5	88.0	5.5	1.3	2.0	140	—	0.43
J 71-4	20	1,450	67.0	89.0	5.0	1.1	2.0	205	—	0.95
J 72-4	28	1,450	93.0	90.0	5.5	1.2	2.0	230	—	1.2
J 81-4	40	1,460	131	90.5	6.0	1.1	2.0	360	—	1.9
J 82-4	55	1,460	178	91.0	6.0	1.2	2.0	400	—	2.5
J 91-4	75	1,460	242	91.5	5.5	1.0	2.0	590	—	4.7
J 92-4	100	1,460	320	92.0	5.0	1.0	2.0	665	—	6.2

表 12-4

J 和 JL 系列防护式电动机

(同步转速1,000转/分)

电动机型号	轴上的 额定功率 (瓦)	在 额 定 负 载 时				起 动 电 流	起 动 转 矩	最 大 转 矩	电动机重量 (公斤)		飞 轮 惯 量 (公斤/米 ²)	
		转 速 (转/分)	在下列电压 (伏)下的定 子电流(安)		效 率 %				cosφ			
			220	380								
JA (JL) 41-6	1.0	930	4.8	2.8	77.0	0.72	4.0	1.3	1.8	34.0	21.5	0.042
JA (JL) 42-6	1.7	930	7.5	4.3	79.5	0.75	4.5	1.4	1.8	42.0	29.0	0.060
JL (JL) 51-6	2.8	950	11.4	6.3	82.5	0.78	5.0	1.3	1.8	70.0	47.0	0.17
JA (JL) 52-6	4.5	950	17.5	10.1	84.5	0.80	5.5	1.5	1.8	91.0	63.0	0.25
J 61-6	7.5	970	27.0	15.5	86.0	0.81	4.5	1.1	1.8	125.0	—	0.36
J 62-6	10	970	37.0	21.5	86.5	0.82	4.5	1.1	1.8	140.0	—	0.48
J 71-6	14	970	51.0	29.6	87.0	0.83	4.5	1.2	1.8	205	—	1.5
J 72-6	20	970	71.3	41.3	88.0	0.84	4.5	1.2	1.8	230	—	1.9
J 81-6	28	975	97.5	56.5	89.0	0.85	5.0	1.2	1.8	360	—	3.2
J 82-6	40	975	136	79.8	90.0	0.86	5.5	1.3	1.8	400	—	4.1
J 91-6	55	980	183	106	91.0	0.87	5.0	1.0	1.8	590	—	7.0
J 92-6	75	980	243	141	92.0	0.88	5.0	1.0	1.8	665	—	9.2

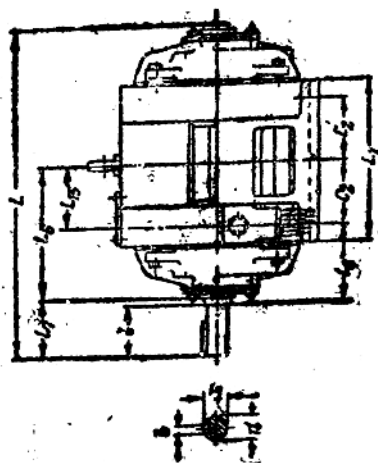
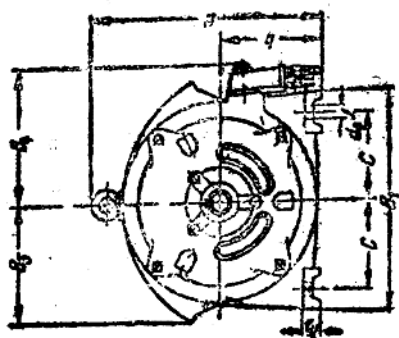


圖 12-2 J 系列电动机外形尺寸

表 12-5

3、4和5号外型尺寸, 山2結構形式

(附12-2)

外形尺寸 (毫米)

电动机 形 号	B ₁	B ₄	B ₅	b	c	c ₂	d	d ₁	H	h	h ₂	L	L ₁	L ₈	L ₇	L ₃	L ₁₆	I	t ₁
J 31	210	137	113	5	85	45	18	12.5	200	100	16	273	120	109	46	70	41.5	40	20
J 32	210	137	113	5	85	60	18	12.5	209	100	16	309	150	124	46	70	56.5	40	20
J 41	260	162	140	8	105	55	25	15	282	125	20	344	150	138	67	90	52.5	60	28
J 42	260	162	140	8	105	75	25	15	282	125	20	384	190	158	67	90	72.5	60	28
J 51	350	217	188	10	142.5	75	35	19	378	170	23	441	205	174	91	110	70	80	38.5
J 52	350	217	188	10	142.5	100	25	19	378	170	23	491	255	199	91	110	95	80	38.5
JO 31	210	135	100	5	85	45	18	12.5	200	100	16	300	120	109	46	70	41.5	40	20
JO 32	210	135	100	5	85	60	18	12.5	200	100	16	335	150	124	46	70	56.5	40	20
JO 41	260	163	123	8	105	55	25	15	282	125	20	375	150	138	67	90	52.5	60	28
JO 42	260	163	123	8	105	75	25	15	282	125	20	415	190	158	67	90	72.5	60	28
JO 51	350	216	164	10	142.5	75	35	19	376	170	28	482	205	174	91	110	70.0	80	38.5
JO 52	350	216	164	10	142.5	100	35	19	376	170	28	532	255	199	91	110	95	80	38.5
JL 31	210	125	89	5	85	45	18	12.5	188	100	16	273	120	109	46	70	11.5	40	20
JL 32	210	125	89	5	85	60	18	12.5	188	100	16	309	150	124	46	70	26.5	40	20
JL 41	260	149	111	8	105	55	25	15	235	125	20	344	150	138	67	90	17.5	60	28
JL 42	260	149	111	8	105	75	25	15	235	125	20	384	190	158	67	90	37.5	60	28
JL 51	350	202	150	10	142.5	75	35	19	318	170	28	441	255	174	91	110	16.5	80	38.5
JL 52	350	202	150	10	142.5	100	35	19	318	170	28	491	255	199	91	110	41.5	80	38.5
JLO31	210	124	96	5	85	45	18	12.5	196	100	16	300	120	109	46	70	11.5	40	20
JLO32	210	124	96	5	85	60	18	12.5	196	100	16	336	150	124	46	70	26.5	40	20
JLO41	260	148	120	8	105	55	25	15	245	125	20	375	150	138	67	90	17.5	60	28
JLO42	260	148	120	8	105	75	25	15	245	125	20	415	190	158	67	90	37.5	60	28
JLO51	350	202	163	10	142.5	75	35	19	347	170	28	480	205	174	91	110	16.5	80	38.5
JLO52	350	202	163	10	142.5	100	35	19	347	170	28	530	255	199	91	110	41.5	80	38.5

(图12-2)

表 12-6 新系列比原有系列电动机降低材料百分比

机 座	銅 繞	硅 鋼 片
JO ₂ 2~5号	20~40%	15~30%
J ₂ , JO ₂ 6~9号	15~20%	8.5~17%

新系列电动机的设计与制造的成功，说明我国在这方面已经赶上英国。例如 JO₂ 7.5 仟瓦(相当 10 馬力)的四極电动机和英国的 C-254 10 馬力四極电动机相比，我国制造的总重量为 91 公斤，而英国的总重量为 100 公斤。

新系列电动机采用新型薄的耐高溫的漆包綫和槽絕緣(E 級和 F 級)，不使用原有系列电动机所采用的厚而耐溫不高的紗包綫和槽絕緣(A 級和 B 級)，因此減少了槽絕緣所占面积，減小綫槽截面，允許有高的电磁負載和較高溫升。这是減輕电动机重量、縮小电动机尺寸的关键。

§ 4. 制造成本

制造一台电机所花的成本，是衡量一个电机厂是否多快好省地完成生产计划的綜合指标，并能反映出企业盈亏方面的情况。产品成本降低对内部积累和扩大再生产来發展国民經济是具有头等意义的。

降低电机成本可从以下几方面着手：

第一，减少材料的加工余量——实行單件产品有技术根据的材料消耗定額。

第二，降低單件产品工时——从劳动組織上和电机結構上开动腦筋来达到。

劳动組織的基本問題是，采納合理的工艺过程和操作方法，使劳动过程机械化，消除非生产的时间消耗，把主要工序和輔助工序分开，合理地利用劳动力等等。

开展社会主义劳动竞赛、發揮工人羣众的智慧、大鬧技术革

命，是创造新工艺、新工具来提高劳动生产率的动力。

电机結構設計好坏，在劳动量和材料消耗上影响非常大，像加工精度等級、加工余量大小、材料硬度、綫槽空間系数、絕緣厚度、繞組端接部分的結实性，对劳动量消耗都很大。只要在不影响电机性能的前提下，通过工人、领导干部、技术人员共同进行研究，在这些方面是能够把設計改进的。

第三，發掘工厂生产潛力，提高設備寿命。

第四，节省电力和降低行政杂費的开支。

除上述措施以外，采用廉价材料来代替貴重材料，例如用鋁綫代替銅綫，以及必要时使用鑄鉄代替硅鋼片，和减少材料的消耗，也能在很大程度上降低产品成本。

制造电机需要許多貴重材料，經常注意节省材料能显著地降低成本。

§ 5. 电机的主要材料

电机主要材料有結構材料、磁性材料、絕緣材料和导电材料四类。結構材料主要是鑄鉄、軸鋼和熟鉄板，其要求与一般机械相同，下面仅將电机專用的材料加以說明。

一、磁性材料

硅鋼片是制造电动机和变压器最主要的磁性材料，按照苏联国家标准 ГОСТ 802—54 有 911、912、921、931、934、9310、9330、9340、9370、941、942、943、944、945、946、947、948 等硅鋼片标号。

其中标号的意义是：9—表示电工鋼；第一位数字(1, 2, 3, 4)表示鋼片含硅等級，分別表示低、中、高和超級含硅量的硅鋼片(1—表示含硅 0.8~1.8%；2—表示含硅 1.8~2.8%；3—表示含硅 2.8~4.0% (热轧鋼) 或 2.5~3.5% (冷轧鋼)；4—表示含硅 4.0~4.8%)；第二位数字(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)表示鋼的电磁性質(1, 2, 3—表示在頻率为 50 赫芝时，硅鋼片單位損失和在强磁場內磁感应；4—表示頻率为 400 赫芝