

人工智能的终极载体，开启十年产业大周期 增持（维持）

2023 年 08 月 31 日

分析师
芮雯

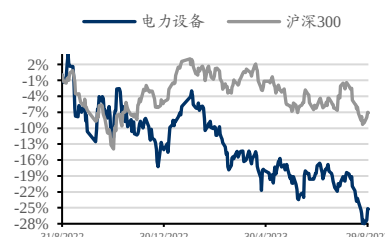
(852) 3982 3217

ruiraven@dwzq.com.hk

投资要点

- **人形机器人开启人工智能应用大未来，未来十年产业大趋势确立：**人形机器人的通用性打破工业及服务机器人的限制，近 2 年国内外资本大举进入，未来 20 年产业大趋势确立。特斯拉机器人兼具性能与性价比，目标定价 2 万美金，且进度引领全球，目前处于 B 样阶段，24 年底有望开始小批量，率先与工厂应用，商业化路径将从细分领域突破到通用型，从 toB 向 toC 转变，28-30 开始大规模放量。我们预测全球 25 年人形机器人初步商业化，销量 3 万台，30 年新增需求 100 万台，2035 年销量有望突破 1000 万台。
- **AI 加速人形机器人产研，特斯拉引领全球：**软件决定人形机器人高度，算法需与硬件匹配，而科技巨头具备超强研发实力及软件技术优势，其中特斯拉凭借 FSD 算法算力积累、电动车供应链降本优势，遥遥领先。特斯拉将 FSD 纯视觉+深度学习神经网络嫁接至人形机器人，利用仿真虚拟大模型及自动驾驶积累数据提升算法训练效率，从而提高机器人平衡性能、行走步态、手部抓取等。此外，特斯拉自研的 FSD 芯片与 Dojo 超算提供算力支撑。
- **特斯拉运控系统最具量产优势，中国供应链受益：**特斯拉机器人核心关节包括三大类、40 个执行器组成，其中身体 14 个旋转执行器（谐波减速器方案）、14 个线性执行器（滚柱丝杠+梯形丝杠方案），手部 12 个空心杯模组。目前执行器三花与拓普均已送样，手部关节鸣志电器已送样。目前整机 bom 成本超 30 万，大规模量产后将降至 10 万元。从价值量及技术壁垒综合看，零部件排序为六维/丝杠/减速器/空心杯/无框力矩电机。六维传感器：目前进口价值量高，单个 1-2 万元，推测手腕或各使用一个，国产技术未完全突破；滚柱丝杠：线性执行器中使用 8 个左右，目前单个价值量 1-2 万元，龙头为欧洲厂商，看好速滚柱丝杠国产化的大幅降本；谐波减速器：旋转执行器中使用 14 个，单个价值量 1200 元，供应商为绿的，未来随小厂起量，价格有下降空间，同时髋关节或使用新型 rv 减速器替代，双环已启动研发；空心杯：用量 12 个，单个价值量 1000 元，鸣志已送样，后续拓展至集成，提高 asp；无框电机：主要供应商为美企，壁垒接近伺服电机，伺服相关厂家可以切入，且执行器集成商也可自产。
- **对标电动车化，人形机器人星辰大海：**从股价角度看，电动车行情 2010 年第一次纯主题炒作，涨幅超 1 倍；2012 年底-2014 年产业化前夕的主题投资，主线清晰，特斯拉概念受追捧，涨幅超 2 倍。因此人形机器人放量行情前的主题投资仍值得参与。从产业角度看，电动车 19 年底开启的放量行情中，价值高/壁垒高/格局好的环节，如整车、电池、隔膜、电解液等易出 10 倍股，因此对于机器人投资，优选绑定头部企业、壁垒最高核心环节、单机价值量可提升环节。
- **投资建议：**关注总成及核心零部件环节弹性较大的公司，同时这些公司与经济复苏相关、也可叠加国内政策刺激预期：1) 总成 | 旋转关节+线性关节：推荐三花智控、汇川技术，关注拓普集团；2) 手关节：推荐鸣志电器，关注江苏雷利（鼎智科技），3) 减速器&丝杠：关注绿的谐波、双环传动、秦川机床、贝斯特、恒立液压，4) 无框伺服电机：推荐禾川科技、雷赛智能，关注步科股份。
- **风险提示：**量产进展不及预期；产业链降本不及预期；行业关键技术突破不及预期；市场竞争加剧

行业走势



相关研究

《工控月报：工控需求拐点将至，电网紧抓结构性机会》

2023-08-01

《2023 年储能中期策略报告：中美高增，欧洲去库，新兴市场成亮点》

2023-07-11

特此致谢东吴证券研究所对本报告专业研究和分析的支持，尤其感谢曾朵红的指导。

1. 人形机器人开启人工智能应用大未来

近 2 年人形机器人的研发及投入大增，国内外资本大举进入，未来 20 年产业大趋势确立。海外厂商主要有特斯拉、本田、波士顿动力、英国 Engineered Arts、挪威 1X，特斯拉 Optimus 预计 24 年底量产。国内厂商主要包括傅利叶、优必选、达闼、小米，其中优必选、达闼的人形机器人具备量产能力

出生率下降、人力成本抬升，人形机器人空间广阔。我们按照美国的安保、第二产业、送餐、快递、商场导购、餐饮服务、看护、家政及其他领域就业人数及渗透率测算出美国机器人市场需求，其他市场按照中国需求的 1.5 倍进行预测，预测全球 25 年人形机器人初步商业化，销量 3 万台左右，30 年这些领域就渗透率 1.5-2%对应存量需求 230 万台，新增需求 100 万台+，2035 年销量有望突破 1000 万台。

图1：人形机器人市场空间测算

美国	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E	2031E	2032E	2033E	2034E	2035E
安保就业人数 (万)	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90
人形机器人渗透率	0.0%	0.0%	0.1%	0.2%	0.3%	0.5%	0.8%	1.0%	1.3%	1.7%	2.2%
人形机器人需求 (万)	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2
制造业、建筑业、采矿业等工人 (万)	1500	1,485	1,470	1,455	1,441	1,426	1,412	1,398	1,384	1,370	1,357
人形机器人渗透率	0.1%	0.3%	0.8%	1.6%	3.8%	7.5%	12.0%	16.0%	18.0%	23.4%	32.0%
人形机器人需求 (万)	1	4	12	23	54	107	169	224	249	321	434
送餐 (万)	80	81	82	82	83	84	85	86	87	87	88
人形机器人渗透率	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.2%	0.3%	0.6%	1.3%	2.3%	4.2%
人形机器人需求 (万)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4
快递 (万)	120	121	122	124	125	126	127	129	130	131	133
人形机器人渗透率	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.2%	0.4%	0.8%	1.6%	2.1%	2.7%
人形机器人需求 (万)	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
商场导购 (万)	1000	980	960	941	922	904	886	868	851	834	817
人形机器人渗透率	0.0%	0.1%	0.1%	0.2%	0.4%	0.6%	1.3%	2.6%	5.2%	10.4%	20.7%
人形机器人需求 (万)	0	0	1	2	3	6	11	23	44	86	169
餐饮服务 (万)	1000	1,010	1,020	1,030	1,041	1,051	1,062	1,072	1,083	1,094	1,105
人形机器人渗透率	0.0%	0.1%	0.1%	0.2%	0.5%	1.0%	1.9%	3.8%	7.7%	10.0%	13.0%
人形机器人需求 (万)	0	1	1	2	5	10	20	41	83	109	143
养老看护 (万)	250	300	360	432	518	622	746	896	1,075	1,290	1,548
人形机器人渗透率	0.0%	0.0%	0.1%	0.2%	0.3%	0.6%	1.3%	2.6%	5.1%	6.7%	8.7%
人形机器人需求 (万)	0	0	0	1	2	4	10	23	55	86	134
家政服务 (万)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
人形机器人渗透率	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.2%	0.3%	0.6%	1.3%	2.6%	3.3%	4.3%
人形机器人需求 (万)	0	0	0	0	0	1	2	3	6	8	11
其他领域人形机器人 (万)	0	0	0	1	2	5	10	19	29	43	65
美国市场合计人形机器人存量需求 (万)	1	5	15	30	67	134	224	335	471	660	966
全球其他市场人形机器人存量需求 (万)	1	3	9	23	47	96	192	382	736	1,294	2,093
合计全球人形机器人存量需求 (万)	3	9	23	53	113	230	415	717	1,207	1,954	3,059
全球人形机器人新增需求 (万)	3	6	15	30	60	116	188	308	504	777	1,165
-增速		142%	141%	101%	104%	92%	62%	64%	64%	54%	50%

数据来源：国家统计局，美国劳工统计局，东吴证券（香港）测算

2. AI 加速人形机器人产研，特斯拉引领全球

人形机器人本质是 AI 系统落地物理世界的最佳载体，算法是核心，需与硬件匹配。机器人的输出包含了虚拟与物理两种能力。虽然人形机器人从本体硬件上看，存在抗压硬度与灵敏度不足的问题，但更核心问题在于是算法对运动能力的控制，包括本体平衡、行走的步态、手部抓取等规划与控制。这需要成熟的感知系统基础、强大的算法分解任务 and 规划动作、大模型不断仿真训练以及超强的算力支撑。同时要求，算法与硬件相匹配，这要求机器人企业需自研算法，并持续更新迭代。

人形机器人进入门槛高，科技巨头拥有研发实力及软件基础。头部科技公司，如特

斯拉、腾讯、OpenAI、小米等纷纷布局人形机器人，与工业机器人四大家族相比，可能在机械硬件方面积累较少，但在视觉感知、算法、虚拟仿真等软件方面领先优势明显，且与原有业务协同效应明显。综合来看，特斯拉人形机器人优势最为突出，一是可直接嫁接 FSD 感知与算法、深度神经网络训练软硬件基础，且具备最为顶级的研发团队；二是成熟的汽车供应链，降本路径清晰；三是特斯拉汽车工厂提供率先应用场景。

3. 特斯拉运控系统最具量产优势，中国供应链受益

特斯拉机器人采用电驱动方式，设计之初就考虑大规模量产：区别于波士顿的液压方式，电驱动方式关节更灵活，且核心部件均大规模量产应用（除丝杠），成本可控。人形机器人成本拆分预计：主要包括动力总成系统（60%，电池系统+各关节机电执行器）、智能感应系统（15%）、结构件及其他（10%）、制造成本（15%），其中行星滚柱丝杠、六维传感器降本空间大。我们测算 2025 年小批量生产时，单个机器人成本 40 万元以上，2030 年之后大规模量产成本有望降低至 13-14 万元。

图2：核心零部件空间测算

	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E	2031E	2032E	2033E	2034E	2035E
全球机器人新增需求 (万台)	3	6	15	30	60	116	188	308	504	777	1,165
-单价 (元/套)	35	35	35	35	35	25	20	14	14	14	14
市场空间 (亿元)	89	215	516	1,038	2,114	2,903	3,762	4,318	7,060	10,875	16,310
旋转执行器需求量 (万套)	36	86	206	415	846	1,626	2,633	4,318	7,060	10,875	16,310
-单价 (元/套)	3,200	3,040	2,888	2,455	1,964	1,375	1,237	1,113	1,058	1,005	955
市场空间 (亿元)	11	26	60	102	166	223	326	481	747	1,093	1,557
直线执行器需求量 (万套)	36	86	206	415	846	1,626	2,633	4,318	7,060	10,875	16,310
-单价 (元/套)	10,000	9,500	9,025	7,220	5,054	3,538	3,007	2,556	2,173	2,064	1,961
市场空间 (亿元)	36	82	186	300	427	575	792	1,104	1,534	2,245	3,198
谐波减速器需求量 (万套)	36	86	206	415	846	1,626	2,633	4,318	7,060	10,875	16,310
-单价 (元/套)	1,200	1,080	1,026	923	831	665	565	537	510	485	460
市场空间 (亿元)	4	9	21	38	70	108	149	232	360	527	751
无框力矩电机需求量 (万套)	71	172	413	831	1,691	3,251	5,266	8,635	14,121	21,750	32,620
-单价 (元/套)	600	570	542	514	463	394	335	318	302	287	272
市场空间 (亿元)	4	10	22	43	78	128	176	274	426	624	889
行星滚柱丝杠需求量 (万套)	20	49	118	237	483	929	1,505	2,467	4,035	6,214	9,320
-单价 (元/套)	10,000	9,500	9,025	7,671	6,521	4,564	2,967	2,077	1,661	1,495	1,421
市场空间 (亿元)	20	47	106	182	315	424	446	512	670	929	1,324
梯形丝杠需求量 (万套)	15	37	88	178	362	697	1,129	1,850	3,026	4,661	6,990
-单价 (元/套)	1,000	950	903	857	772	617	432	302	287	273	259
市场空间 (亿元)	2	3	8	15	28	43	49	56	87	127	181
空心杯电机需求量 (万套)	30	74	177	356	725	1,393	2,257	3,701	6,052	9,321	13,980
-单价 (元/套)	1,300	1,235	1,173	997	798	638	543	515	490	465	442
市场空间 (亿元)	4	9	21	35	58	89	122	191	296	434	618
行星减速器需求量 (万套)	30	74	177	356	725	1,393	2,257	3,701	6,052	9,321	13,980
-单价 (元/套)	200	190	181	171	154	123	105	100	95	90	85
市场空间 (亿元)	1	1	3	6	11	17	24	37	57	84	119
六维力矩传感器需求量 (万套)	5	12	29	59	121	232	376	617	1,009	1,554	2,330
-单价 (元/套)	20,000	19,000	18,050	14,440	11,552	8,086	5,660	3,962	3,764	3,576	3,397
市场空间 (亿元)	10	23	53	86	140	188	213	244	380	556	792
电池需求量 (gwh)	0	0	0	1	1	3	5	9	17	29	47
-单价 (元/kwh)	1,000	950	903	857	815	774	735	698	663	630	599
市场空间 (亿元)	1	1	3	6	11	23	38	66	113	181	284

数据来源：东吴证券（香港）测算

产业链梳理：优选价值量高、T 供应链、壁垒高环节。人形机器人标的弹性测算核心变量：1）根据当前特斯拉送样情况&公司自身实力，给予各自目标份额；2）根据零部件技术壁垒高低，给予三档净利率水平。利润弹性为 2030/2035 年机器人利润 ÷ 公司 2022 年归母净利润。

图3：人形机器人核心标的弹性测算

机器人部位	部件	技术壁垒	标的	是否T链	市值(亿)	22年收入(亿)	22年利润(亿)	ASP(2030年/2035年)	2030年机器人份额	2030年机器人收入(亿)	利润率	2030年机器人利润(亿)	2030年机器人利润弹性	2035年机器人份额	2035年机器人收入(亿)	利润率	2035年机器人利润(亿)	2035年机器人利润弹性
执行器	线性/旋转执行器	一般	三花智控	是	1,014	213.5	25.7	70000/41000	40%	325.8	10%	32.6	127%	30%	1,431.3	7%	100.2	389%
			拓普集团	是	759	159.9	17.0		25%	203.6	10%	20.4	120%	18%	858.8	7%	60.1	354%
手指	空心杯电机	非常高	鸣志电器	是	268	29.6	2.5	9100/6300	30%	26.7	12%	3.2	129%	35%	216.2	10%	21.6	874%
			江苏雷利(鼎智科技)	否	100	29.0	2.6		10%	8.9	12%	1.1	41%	10%	61.8	10%	6.2	239%
旋转执行器	减速器	高	绿的谐波	是	203	4.5	1.6	4000/2800	35%	16.2	12%	1.9	125%	40%	128.7	10%	12.9	829%
			双环传动	是	278	68.4	5.8	5300/3700(假设其行星减速器替代8个谐波减速器)	35%	26.0	12%	3.1	54%	40%	223.7	10%	22.4	384%
			中大力德	否	51	9.0	0.7	4000/2800	3%	1.4	12%	0.2	25%	8%	25.7	10%	2.6	388%
			汉宇集团(同川)	否	49	10.6	2.0		3%	1.4	12%	0.2	8%	8%	25.7	10%	2.6	126%
			丰立智能	否	59	4.3	0.4		3%	1.4	12%	0.2	37%	8%	25.7	10%	2.6	573%
线性执行器	滚柱丝杆	非常高	江苏雷利(鼎智科技)	否	100	29.0	2.6	40200/17500	3%	12.7	15%	1.9	74%	5%	93.1	12%	11.2	432%
			秦川机床	否	130	41.0	2.8		3%	12.7	15%	1.9	69%	5%	93.1	12%	11.2	406%
			贝斯特	是	203	4.5	1.6		3%	12.7	15%	1.9	123%	5%	93.1	12%	11.2	719%
			恒立液压	否	899	82.0	23.4		3%	12.7	15%	1.9	8%	8%	149.0	12%	17.9	76%
			长盛轴承	否	58	10.7	1.0		3%	12.7	15%	1.9	187%	5%	93.1	12%	11.2	1095%
传感器	六维传感器	非常高	柯力传感	否	81	10.6	2.6	16200/6800	3%	5.6	15%	0.8	32%	5%	39.6	12%	4.7	182%
电机	无框力矩电机	一般	步科股份	否	55	5.4	0.9	11000/7600	5%	6.4	10%	0.6	70%	8%	71.1	7%	5.0	547%
			昊志机电	否	55	9.9	0.2		3%	3.8	10%	0.4	172%	5%	44.4	7%	3.1	1397%

数据来源：Wind，东吴证券（香港）测算

4. 对标电动车化，人形机器人星辰大海

人形机器人壁垒更高，格局集中。电动车是电动化与智能化并行的变革，电动化是基础，智能化是高度，因此传统车型转型简单，并且电动化降低造车门槛，新势力密集涌现，初期格局分散；而人形机器人本质是人工智能的物理落地，人工智能是基础，身体关节与人工智能配合，仅头部科技巨头有实力参与，初期格局集中。

供应链：第一条绑定最头部企业，第二条选择核心壁垒最高环节，第三条单机价值量可提升。由于人形机器人格局集中，放量来自某个别头部公司，而非电动车车企全面开花，因此头部机器人供应链最具投资价值。

5. 投资建议

关注总成及核心零部件环节弹性较大的公司，同时这些公司与经济复苏相关、也可叠加国内政策刺激预期。1) 总成 | 旋转关节+线性关节：推荐三花智控、汇川技术，关注拓普集团；2) 手关节：推荐鸣志电器，关注江苏雷利（鼎智科技）；3) 减速器&丝杠：关注绿的谐波、双环传动、秦川机床、贝斯特、恒立液压；4) 无框伺服电机：推荐禾川科技、雷赛智能，关注步科股份。

6. 风险提示

1) 人形机器人推广不及预期。2) 特斯拉人形机器人量产进展不及预期。3) 产业链降本不及预期。4) 行业关键技术突破不及预期。5) 市场竞争加剧。

分析师声明:

本人以勤勉、独立客观之态度出具本报告，报告所载所有观点均准确反映本人对于所述证券或发行人之个人观点；本人于本报告所载之具体建议或观点于过去、现在或将来，不论直接或间接概与本人薪酬无关。过往表现并不可视作未来表现之指标或保证，亦概不会对未来表现作出任何明示或暗示之声明或保证。

利益披露事项:

刊发投资研究之研究分析员并不直接受投资银行或销售及交易人员监督，并不直接向其报告。

研究分析员之薪酬或酬金并不与特定之投资银行工作或研究建议挂钩。

研究分析员或其联系人并未从事其研究 / 分析 / 涉及范围内的任何公司之证券或衍生产品的买卖活动。

研究分析员或其联系人并未担任其研究 / 分析 / 涉及范围内的任何公司之董事职务或其他职务。

东吴证券国际经纪有限公司（下称「东吴证券国际」或「本公司」）或其集团公司并未持有本报告所评论的发行人的市场资本值的 1% 或以上的财务权益。

东吴证券国际或其集团公司并非本报告所分析之公司证券之市场庄家。

东吴证券国际或其集团公司与报告中提到的公司在最近的 12 个月内没有任何投资银行业务关系。

东吴证券国际或其集团公司或编制该报告之分析师与上述公司没有任何利益关系。

免责声明

本报告由东吴证券国际编写，仅供东吴证券国际的客户使用，本公司不因接收人收到本报告而视其为客户。如任何司法管辖区的法例或条例禁止或限制东吴证券国际向收件人提供本报告，收件人并非本报告的目标发送对象。本研究报告的编制仅供一般刊发，并不考虑接收本报告之任何特定人士之特定投资对象、财政状况、投资目标及特别需求，亦非拟向有意投资者作出特定证券、投资产品、交易策略或其他金融工具的建议。阁下须就个别投资作出独立评估，于作出任何投资或订立任何交易前，阁下应征求独立法律、财务、会计、商业、投资和/或税务意见并在做出投资决定前使其信纳有关投资符合自己的投资目标和投资界限。本报告应受香港法律管辖并据其解释。

本报告所载资料及意见均获自或源于东吴证券国际可信之数据源，但东吴证券国际并不就其准确性或完整性作出任何形式的声明、陈述、担保及保证（不论明示或默示），于法律及/或法规准许情况下，东吴证券国际概不会就本报告所载之资料引致之损失承担任何责任。本报告不应倚赖以取代独立判断。

本报告所发表之意见及预测为于本报告日的判断，并可予更改而毋须事前通知。除另有说明外，本报告所引用的任何业绩数据均代表过往表现，过往表现亦不应作为日后表现的可靠预示。在不同时期，东吴证券国际可能基于不同假设、观点及分析方法发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。分析中所做的预测收益可能基于相应的假设，任何假设的改变可能会对本报告预测收益产生重大影响，东吴证券国际并不承诺或保证任何预测收益一定会实现。

东吴证券国际的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面表达与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观

点, 本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。东吴证券国际及其集团公司的各业务部门, 如有投资于本报告内所涉及的任何公司之证券或衍生产品时, 其所作出的投资决策可能与本报告所述观点并不一致。

本报告及其所载内容均属机密, 仅限指定收件人阅览。本报告版权归东吴证券国际所有, 未经本公司同意, 不得以任何方式复制、分发或使用本报告中的任何资料。本报告仅作参考用途, 任何部分不得在任何司法管辖权下的地方解释为提呈或招揽购买或出售任何于报告或其他刊物内提述的任何证券、投资产品、交易策略或其他金融工具。东吴证券国际毋须承担因使用本报告所载数据而可能直接或间接引致之任何责任, 损害或损失。

特别声明

东吴证券国际可能在法律准许的情况下参与及投资本报告所述证券发行人之融资交易, 也可能为有关发行人提供投资银行业务服务或招揽业务, 及 / 或于有关发行人之证券或期权或其他有关投资中持仓或持有权益或其他重大权益或进行交易。阁下应考虑到东吴证券国际及 / 或其相关人员可能存在影响本报告及所载观点客观性的潜在利益冲突, 请勿将本报告视为投资或其他决策的唯一信赖依据。

本报告及其所载信息并非针对或意图发送给任何就分派、刊发、可得到或使用此报告而导致东吴证券国际违反当地法律或规例或可致使东吴证券国际受制于相关法律或规例的任何地区、国家或其他司法管辖区域的公民或居民。接收者须自行确保使用本报告符合当地的法律及规例。

评级标准:

公司投资评级:

- 买入: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘在 15%以上;
- 增持: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于 5%与 15%之间;
- 中性: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于-5%与 5%之间;
- 减持: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于-15%与-5%之间;
- 卖出: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘在-15%以下。

行业投资评级:

- 增持: 预期未来 6 个月内, 行业指数相对强于大盘 5%以上;
- 中性: 预期未来 6 个月内, 行业指数相对大盘-5%与 5%;
- 减持: 预期未来 6 个月内, 行业指数相对弱于大盘 5%以上。

东吴证券国际经纪有限公司

Level 17, Three Pacific Place, 1 Queen's Road East, Hong Kong

香港皇后大道东 1 号太古广场 3 座 17 楼

Tel 电话: (852) 3983 0888(公司) (852) 3983 0808(客户服务)

公司网址: <http://www.dwzq.com.hk/>

