



工业电气化

工业流程、工业空间与工业车队电气化——迈向低碳未来之路

Stanley Porter、Paul Wellener、Kate Hardin、Heather Ashton

随着成本平价的实现以及可持续发展关注度的提升，大多数工业制造商开启了工业车队、工业流程及工业空间的电气化进程，这与经济领域的全面能源转型相一致。

引言

工业制造商逐渐开始意识到工业车队、工业流程和工业空间电气化的经济可行性。上述领域的电气化趋势日渐强劲，主要原因在于：首先，随着成本较低的天然气变得比燃煤更经济，以及可再生能源成本的不断降低，电力行业正大力推进脱碳化；¹其次，由于储能成本不断降低，汽车的电气化也因越来越低的维护成本和燃料成本而变得更加经济合理；此外，客户日益关注环境与可持续性，对其供应商的环保要求也越来越高。

电气化发展趋势似乎体现了更全面的能源转型（见侧边栏“了解能源转型”）。工业车队、工业流程与工业空间是制造业能源转型的三大关键领域，而相应领域的电气化是提升系统效率及脱碳的首要步骤。在德勤近期的一项针对高管的调查中，超过70%的受访者赞同推进工业流程电气化，50%以上的受访者已为其生态系统内的空间制热与水暖设备及工业车队制定截至2030年的电气化目标。²

本文将介绍推动工业产品电气化的宏观趋势以及相应趋势对工业车队、工业流程及工业空间的影响，同时分析以上趋势渗透至不同场景的所需时间，并讨论制定及规划电气化投资涉及的关键考量因素。

了解能源转型

电气化是能源脱碳的关键一环，是报告“引领能源转型——从颠覆至增长”（*Navigating the energy transition from disruption to growth*）³中列出的六大能源转型渠道之一。能源转型是指逐步降低整个经济领域对化石燃料的依赖性，并更多地使用可再生能源或其他清洁能源。衡量能源转型进展的六大能源转型渠道包括：能源脱碳化、提升能源使用效率、新技术商业化、投资新业务领域、响应新政策要求、以及回应客户与利益相关方的期望。

为何企业选择在此时将电气化视为工作重点，并日渐重视可持续发展？

在过去几年里，特定工业生产领域出现了电气化转型趋势，许多企业也发布了可持续发展报告，详尽介绍其提升能源效率、减少填埋垃圾及降低温室气体（GHG）排放相关战略。2020年达沃斯经济论坛结束后，全球制造业领导人也纷纷表示支持建立一套通用的环境、社会及管治（ESG）指标及披露要求，并认为可持续发展目标（SDG）与长期的商业价值创造同等重要。⁴

在德勤2020年能源转型调查中，大多制造业高管表示完善环境管理与推进可持续发展是未来企业成为产业龙头的关键。此外，55%的制造业领导人表示其董事会大力支持可持续发展，并制定了有关战略与目标，指导其执行管理团队促进可持续发展。⁵

55%的制造业领导人表示其董事会大力支持可持续发展。

电力行业的变革为工业制造商提供了动力并从两个方面推动了电气化进程：以美国为例，其一，电力行业正有序推进脱碳转型，其2020年第一季度的可再生能源装机容量已超过煤电装机容量。⁶随着可再生能源成本及储能成本的降低，可再生能源将占据更大的市场份额，从而使公共设施领域客户从低碳电力中获益，并减少其碳足迹。其二，公共设施行业的一大优先事项即助力相关客户实现电气化。此次调查中，70%的受访公共设施行业高管认为助力客户实现电气化的三大关键领域包括汽车、工业流程与建筑物（供暖和制冷）。

在投资者、领导人及客户的鼓舞下，制造商开始设立宏大的电气化目标。受访的各行业制造商计划于2035年实现45%的电气化率，而其当前电气化率为35%。⁷针对如何实现上述目标的问题，64%的制造业领导人提到将利用伙伴关系和合资企业来构建可持续发展的未来，61%的领导人则表示将与供应商/提供商合作，采取外包战略。

尽管从某种程度上而言提高电气化水平的原因在于可持续发展日益受到重视，但效率提升及控制运营成本的潜在需求也是工业制造的驱动因素。这两点往往是做出能源转型决策的核心驱动力。事实上，“降低能源成本及运营开支”以及“改善环境”是受访制造业高管期望其长期可持续发展战略发挥的两大作用。⁸在制造业向清洁能源转型的过程中，以上两大驱动因素或许会继续紧密交织、相互碰撞。

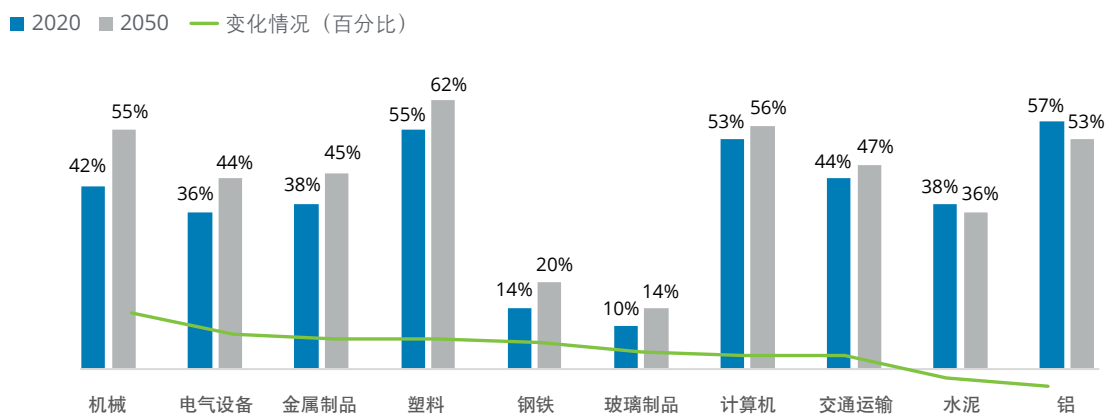
电气化正在三大工业制造领域展开：工业车队、工业流程与工业空间

电气化的推行方式因行业而异，但每个行业都在全面推进电气化。电力满足了电气机械设备制造商近40%的能源需求。⁹机械设备制造领域势必在电气化转型方面保持领先（图1）。电气化系统在工业制造领域拥有广阔前景，本次受访的大多数企业的电气化渗透率均在不断提升。

图 1

不同工业领域的电气化转型途径

电力使用变化情况



信息来源：美国能源信息管理局(EIA)

工业车队：电气化步伐远快于预期

工业企业正试行设备和工业车队电气化战略。部分企业正逐步向拖船、叉车及其他电气设备过渡。此类电气设备的平均维护和运营成本低于柴油设备，同时速度更快且更易操作，因此更宜用于室内。同时，各大企业均在考量向电动汽车（EV）车队转型的优势（图6）。车队转型意味着前期需对汽车和充电设施进行投资，而每辆汽车生命周期内所节省的燃料成本和维护成本即为投资收益。¹⁰ 相较于内燃机汽车，电动汽车的活动零部件更少，液体需求也更低，这就意味着在电动卡车的全生命周期维护成本大大低于汽油车和柴油车。此外，尽管各地区的情况存有差异，但整体而言电力成本略低于汽油和柴油成本，并且成本波动较小。¹¹

与此同时，各大企业开始致力于为制造商提供其无法自行提供的服务，并逐步形成了一个助力车队电气化转型的生态系统。举例而言，企业开始提供车队充电管理系统以优化车队充电管理，并充分利用充电时间以发挥低电力成本的优势。与此类似，电池容量下降且需要更换时，除提供电池更换服务外，服务提供商还可通过回收处理，将旧汽车电池用于电力行业或其他领域。

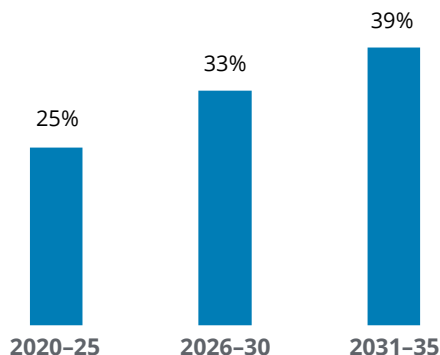
鉴于以上因素，制造业领导人计划在未来十年内采用电动汽车作为运输和物流工具，并由此向低碳燃料替代品过渡。他们相信此举还能提高车队管理效率。德勤近期的一项调查显示，大多工业制造商计划在2035年实现40%的车队电气化率（图2）。¹²

特定地区的汽车电气化激励政策仍在施行，包括国家层面的排放标准（如车队二氧化碳排放目标）和地方准入标准（如零排放区域）。美国于2017年8月通过的第二阶段排放标准计划在2027年分别将拖车与重型皮卡的燃料消耗减少9%和17%。¹³ 以上措施或许会促使工业企业为响应相关政策而创建一条通往车队电气化之路。

图 2

制造商的车队电气化目标

车队电气化水平（以美国为例）



问题：请进一步介绍贵公司针对运输车队能源电气化所设的目标及时间规划。

信息来源：德勤100%可再生能源转型调查

尽管工业制造商力图使车队向电力能源转型，但仍存在一定挑战。德勤近期的一项调查显示，管理层支持度有限及资金不足是电气化转型途中的两大障碍。¹⁴ 此外，随着电气化转型的推进，预计在未来数年内会存在内燃机汽车和电动汽车零部件服务相关的基础设施和供应链重叠的问题，从而影响短期成本，阻碍电气化进程。此外，设备的稳定性、电池寿命和成本，以及车队所有者和司机对设备的了解也是阻碍因素。

工业流程：从生产线到供应链的各个环节

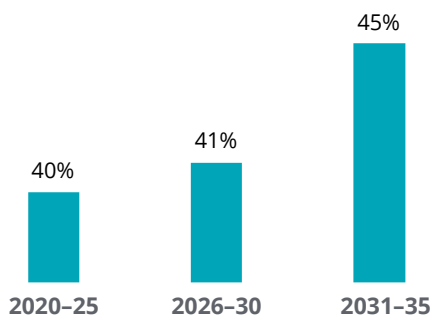
工业流程是所有制造业务的支柱，也是提高效率的关键。目前，工业制造流程中的能源供应在很大程度上依赖于化石燃料，这些燃料要么直接用于供热，要么间接用于公共设施系统。德勤近期的调查发现，受访制造商计划于2035年实现45%的工业流程电气化率（图3）。¹⁵ 资源保护和助力精益生产的受控业务正推动工厂和车间的电气化。此外，四分之三的受访制造商计划于2035年实现借助可再生能源满足其60%的能源需求。¹⁶

预计到2040年，30%的电力需求增长将源于工业电机。工业电机运用于压缩机、电梯、泵等设备，是助力工业企业实现电气化目标的关键。¹⁷ 工业电机的电力消耗占全球总电力消耗的38%（图4），提高此类电机的能源效率一直是众多工业制造商的愿望。而从工业电机的供应来看，随着原始设备制造商（OEM）不断推出效率等级更高的低电压电机（分为高效与超高效），电机能源效率正日渐提高。尽管此类电机目前仅占据了少量市场，它们的进一步采用将助力工业企业加速实现其可持续发展目标。

图 3

制造商的工业流程电气化目标

工业流程电气化水平（以美国为例）



问题：请进一步介绍贵公司针对空间制热及水暖设备能源电气化所设的目标及时间规划。

信息来源：德勤100%可再生能源转型调查

图 4

2040年全球电力消耗



注：由于四舍五入，百分比之和可能不等于100%。

信息来源：国际能源署，“2018-2040年发达经济体和发展中经济体不同应用领域/场景的电力需求增长”。

工业流程的电气化有诸多裨益。电气系统的设计、产能、流程可控度及灵活性均优于现有系统。此外，电气系统拥有更高的性能寿命，且电热泵运行灵活，在可再生能源产能过剩时可平衡剩余负荷，从而提升系统效率。因此，尽管电热泵的初始设备成本通常高于传统燃气加热设备，¹⁸ 但其效率可能是传统系统的两倍以上，同时电热泵的性能周期也更长，其高效率可能成为实现企业电气化转型的关键。

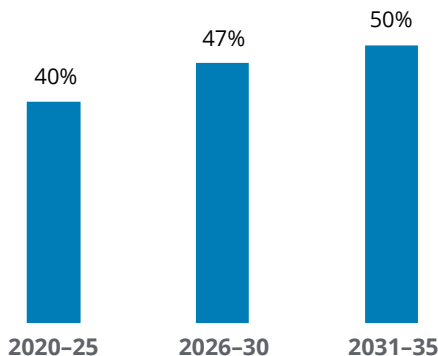
工业空间：从空间制热和水暖设备的电气化中获取投资回报

在工业制造的三大电气化领域中，工业空间的电气化受重视程度似乎最低。但随着工业车队和工业流程电气化水平的提高，未来十年内空间制热和水暖设备将越来越多的使用电气资源（图5）。此外，电力驱动的设备加热和冷却系统与日渐普及的智能互联建筑管理系统构成了一个强大的组合——这可能成为加速利用电气资源优化工厂、仓库、办公场所等工业空间的催化剂。¹⁹

图 5

制造商的工业空间制热与水暖设备电气化目标

空间制热与水暖设备电气化水平（以美国为例）



问题：请进一步介绍贵公司针对运输车队能源电气化所设的目标与时间规划。

信息来源：德勤100%可再生能源转型调查

就利用率而言，办公空间被视为办公环境中一大被浪费的区域。研究表明，办公空间的平均利用率仅56%，办公高峰期的利用率也仅70%

，其余空间则被浪费。²⁰ 受近期新冠肺炎疫情的影响，员工之间需保持安全办公距离，因此办公空间的利用率或将在未来数月乃至数年内受到更大影响。与天然气或煤炭能源相比，电气化将基于智能能源系统实现更高效的建筑能源管理。

基于数据分析，人们可通过绘制办公场所占地面积以反映办公空间实际占用情况，从而节省管理和运营成本。随着制造商持续重视加大利用可再生能源并管理综合能源的使用，上述技术或将成为减少智能建筑和智能空间可持续发展足迹的重要推动因素。上述新技术还可能使建筑所有者和使用者参与到成本节约公共设施项目中，这其中许多项目目前正在试点中。

对制造商的建议

许多领先的工业制造商已设立未来十年的电气化目标并采取相应措施，以推进工业车队、工业流程及工业空间的电气化进程。图6列出了部分电气化措施。

图 6

电气化重点领域

企业名称	重点领域	概述
施耐德电气 ^a	工业车队 工业流程	<ul style="list-style-type: none"> 计划于2030年实现将50多个国家的14,000辆公司用车转换为电动汽车 计划于2030年完成主要办公场所和设施内的电动汽车充电设施部署 计划于2030年全面实现由可再生能源满足其能源需求
ABB ^b	工业流程 工业空间	<ul style="list-style-type: none"> 通过采用电力供暖及区域供暖以满足制造流程与建筑运营能源需求等方式，其全球站点的230多个节能项目预计每年将节约50GWh以上能源
西门子 ^c	工业空间 工业流程/空间	<ul style="list-style-type: none"> 于2030年实现全球所有生产设施和建筑净零碳排放 目前其全球站点60%的电力消耗是由可再生能源提供；公司计划将这一比例提高至75%
共和废品处理 ^d	工业空间 工业车队	<ul style="list-style-type: none"> 建筑物的新建和改建均遵循LEED标准 与原始设备制造商联手开发可由其垃圾焚烧发电厂供能的纯电动垃圾采集车

信息来源：

^a施耐德电气 (Schneider Electric)，《循环经济对联合国可持续发展目标的影响》。

^bABB集团，《2019年可持续发展报告：构建可持续发展未来的领先方案》，2020年。

^c西门子 (Siemens)，《2019年可持续发展信息》。

^d共和废品处理 (Republic Services)，《2018年可持续发展报告》。

基于工业车队、工业流程及工业空间的潜在电气化重点，以下建议或将有助于制造业领袖制定决策：

- 在工业流程、工业空间和工业车队的电气化进程中考虑成本平价和技术成熟的时间，同时与各领域供应商/提供商合作制定转型计划。
- 鉴于工业基础的多样性，“量体裁衣”至关重要。举例而言，工业流程电气化对具有以下流程特征的领域而言或许不失为一个可行方案：未使用热电联供、可采用感应加热技术，和/或工艺加热温度较低。

- 特定领域（如流程和车队）的电气化时间或许需符合资本投资周期，同时，工业流程的电气化还需考虑工业生产在转型期间将面临的潜在影响。
- 工业车队所有者或潜在所有者应根据监管环境评估成本效益并制定未来十年内的电动汽车转型战略。战略内容可包括与公共设施领域合作，在能为企业和电网创造最大价值的区域创建电动汽车充电设施。

随着世界主要工业国的经济发展从依靠碳氢化合物转变为更加依赖清洁能源，许多工业制造企业也越发积极地参与能源转型。



尾注

1. Stanley E. Porter and Kate Hardin, *Navigating the energy transition from disruption to growth: Energy and industrial companies are positioned for a lower-carbon future*, Deloitte Insights, May 27, 2020.
2. Marlene Motyka et al., *Moving organizational energy use toward 100 percent renewables—aspiration or destination? Insights from the Deloitte 100 Percent Renewable Transition Survey*, Deloitte Insights, October 2, 2019.
3. Porter and Hardin, *Navigating the energy transition from disruption to growth*.
4. Chip Cummins and Marie Beaudette, “CEOs show optimism at Davos, despite gloomy data,” *Wall Street Journal*, January 21, 2020.
5. Porter and Hardin, *Navigating the energy transition from disruption to growth*.
6. Katherine Blunt, “U.S. consumed more renewables than coal for first time in 134 years,” *Wall Street Journal*, May 28, 2020.
7. Motyka et al., *Moving organizational energy use toward 100 percent renewables*.
8. Porter and Hardin, *Navigating the energy transition from disruption to growth*.
9. Jeff Deason et al., *Electrification of buildings and industry in the United States: Drivers, barriers, prospects, and policy approaches*, Berkeley Lab, March 2018.
10. Hao Wu et al., *New markets. New entrants. New challenges.*, Deloitte, 2019.
11. Deloitte analysis.
12. Motyka et al., *Moving organizational energy use toward 100 percent renewables*.
13. United States Environmental Protection Agency, “Final rule for Phase 2 greenhouse gas emissions standards and fuel efficiency standards for medium- and heavy-duty engines and vehicles,” accessed July 13, 2020.
14. Motyka et al., *Moving organizational energy use toward 100 percent renewables*.
15. Ibid.
16. Ibid.
17. International Energy Agency, “Electricity demand growth by end-use and scenarios in advanced and developing economies, 2018-2040,” November 26, 2019.
18. Deason et al., *Electrification of buildings and industry in the United States*.
19. Paul Wellener et al., *Navigating disruption: Five trends influencing tomorrow's manufacturing industry*, Deloitte Insights, April 7, 2020.
20. Rapal Oy, *Optimize workplace review: Insights from 2016 workplace studies*, Workplace Insight, May 31, 2017.

作者简介

Stanley Porter | sporter@deloitte.com

Stanley E. Porter 是德勤能源、资源及工业（ER&I）业务副主席和全国行业领导人。ER&I拥有逾6,000位工业产品及建筑，石油、天然气及化学品，以及电力及公共设施行业专业人员。Porter负责引领ER&I的总体战略方向，同时负责客户资源匹配、领导人的培养和任命，以及德勤管理咨询、审计、税务、风险咨询和财务咨询等关键业务的进入市场战略。

Paul Wellener | pwellener@deloitte.com

Paul Wellener 是 Deloitte LLP 副主席，同时担任德勤美国工业产品与服务行业领导人。Wellener 在工业产品和汽车行业拥有近三十年的从业经验，重点帮助客户解决主要转型问题。Wellener通过推进关键行业举措的开展，帮助企业应对市场的快速变化和不确定因素——全球化、指数型技术、技能差距以及工业 4.0 的发展。Wellener同时也担任俄亥俄州东北部的分管负责人。

Kate Hardin | khardin@deloitte.com

作为Deloitte Services LP 能源与工业研究中心的执行董事，Kate Hardin与ER&I领导人紧密合作，携手推进能源研究项目。Hardin与ER&I合伙人共同负责德勤能源与工业研究中心的战略执行，助力研究中心基于行业领先理念成就卓越。在担任能源与移动出行行业领导人的20余年里，她在多个能源研究和咨询公司内担任过高级职务。Hardin 曾领导位于北美、欧洲和亚洲的全球研究团队，并曾与能源和汽车公司、机构投资者及初创公司合作。她同时也是对外关系委员会（Council on Foreign Relations）的成员。

Heather Ashton | hashtonmanolian@deloitte.com

Heather Ashton 是德勤能源与工业研究中心工业制造研究负责人，20多年来一直致力于为重点企业业务和技术趋势提供深刻洞见。她擅于以前瞻视角审视业务和技术交叉领域，包括云技术、区块链和增强现实等新兴技术。

致谢

本研究的完成得益于众多撰稿人的共同努力，特此感谢他们对推进本研究所提供的帮助。

感谢Deloitte Advisory的**John England**， Deloitte Transactions and Business Analytics LLP的**Marlene Motyka**， 以及Deloitte Consulting LLP的**Duane Dickson**、**Jim Thompson**、**Joe Zale**和**Francesco Fazio**对本研究的卓越贡献。

还要感谢在本报告编制过程中为我们提供巨大帮助的以下专业人员：Deloitte Services LP的**Aijaz Hussain**、**Suzanna Sanborn**、**Thomas Shattuck**、**Carolyn Amon**， 及**Sharene Williams**， Deloitte Support Services India Pvt. Ltd.的**Kruttika Dwivedi**、**Siddhant Mehra**、**Ankit Mittal**、**Anshu Mittal**、**Jaya Nagdeo**、**Shreya Sachin**、**Utham Ganesh**和**Sahitya Bhushan**， 以及来自德勤洞察的**Rithu Mariam Thomas**。

联系我们

我们的专业洞察可助您充分利用变革机遇。如欲以全新理念应对挑战，请联系我们。

董伟龙

德勤中国 | 工业产品及建筑行业领导合伙人
+86 10 8520 7130 | rictung@deloitte.com.cn

李晓晖

德勤中国 | 工业产品及建筑行业税务与法律合伙人
+86 21 3313 8668 | samxhli@deloitte.com.cn

陈肇端

德勤中国 | 工业产品及建筑行业财务咨询合伙人
+852 2531 1788 | norbertchan@deloitte.com.hk

朱灏

德勤中国 | 工业产品及建筑行业风险咨询合伙人
+86 21 6141 1522 | silzhu@deloitte.com.cn

刘浩

德勤中国 | 管理咨询合伙人
+86 21 2316 6294 | haoliu@deloitte.com.cn

关于德勤能源与工业研究中心

德勤能源与工业研究中心联合了严谨的行业研究，专精知识和领先实践经验，以提供具有说服力的可以驱动商业影响力的洞察。能源、资源及工业行业是建立，赋能，保护智能互联的未来世界的关键。为了实现卓越，领导人需要拥有关于重塑未来的最新科技及趋势的切实可行的洞察。通过各类媒介渠道传达的精选研究成果，我们能够挖掘可以帮助企业领先同行的业务机会。

访问渠道

欲了解更多有关德勤能源、资源及工业行业相关解决方案、领先理念及最新动态，敬请访问 www.deloitte.com/us/er&i.

订阅渠道

如欲订阅相关资讯，敬请登陆 <https://my.deloitte.com/registration.html>.

互动渠道

请关注推特账号：[@Deloitte4Energy](https://twitter.com/Deloitte4Energy) 和 [@DeloitteMFG](https://twitter.com/DeloitteMFG).

德勤能源、资源及工业行业的专业人员为石油、天然气及化学品，电力、公共设施及可再生能源，工业产品及建筑行业提供完整的全面解决方案。我们拥有深厚的行业知识和覆盖全球的专业人才。更多服务详情，敬请访问 Deloitte.com.

Deloitte.

Insights

敬请登录www.deloitte.com/insights订阅德勤洞察最新资讯。

 敬请关注@Deloitte Insight

德勤洞察参与者

编辑: Rithu Thomas, Preetha Devan, and Rupesh Bhat

创意: Jagan Mohan and Rachele Spina

推广: Nikita Garia

封面设计: Eva Vázquez

关于德勤洞察

德勤洞察发布原创文章、报告和期刊，为企业、公共部门和非政府组织提供专业见解。我们的目标是通过调研工作，利用德勤专业服务机构上下的专业经验，以及来自学界和商界的合作，就企业高管与和政府领导人所关注的广泛议题进行更深入的探讨。

德勤洞察是Deloitte Development LLC旗下出版商。

关于本刊物

本刊物中所含内容乃一般性信息，任何德勤有限公司、其成员所或它们的关联机构（统称为“德勤网络”）并未通过本刊物提供会计、商业、财务、投资、法律、税务或其他专业建议或服务。本刊物不能取代此类专业建议或服务，也不应作为任何可能影响您的财务或业务的决策或行动的基础。在做出任何可能影响您的财务或业务的决策或采取任何相关行动前，您应咨询合格的专业顾问。

任何德勤网络内的机构均不对任何方使用本刊物而导致的任何损失承担责任。

关于德勤

德勤于1917年在上海设立办事处，德勤品牌由此进入中国。如今，德勤中国为中国本地和在华的跨国及高增长企业客户提供全面的审计及鉴证、管理咨询、财务咨询、风险咨询和税务服务。德勤中国持续致力于中国会计准则、税务制度及专业人才培养作出重要贡献。德勤中国是一家中国本土成立的专业服务机构，由德勤中国的合伙人所拥有。敬请访问 www2.deloitte.com/cn/zh/social-media，通过我们的社交媒体平台，了解德勤在中国市场成就不凡的更多信息。

© 2021。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

Designed by CoRe Creative Services. RITM0773883