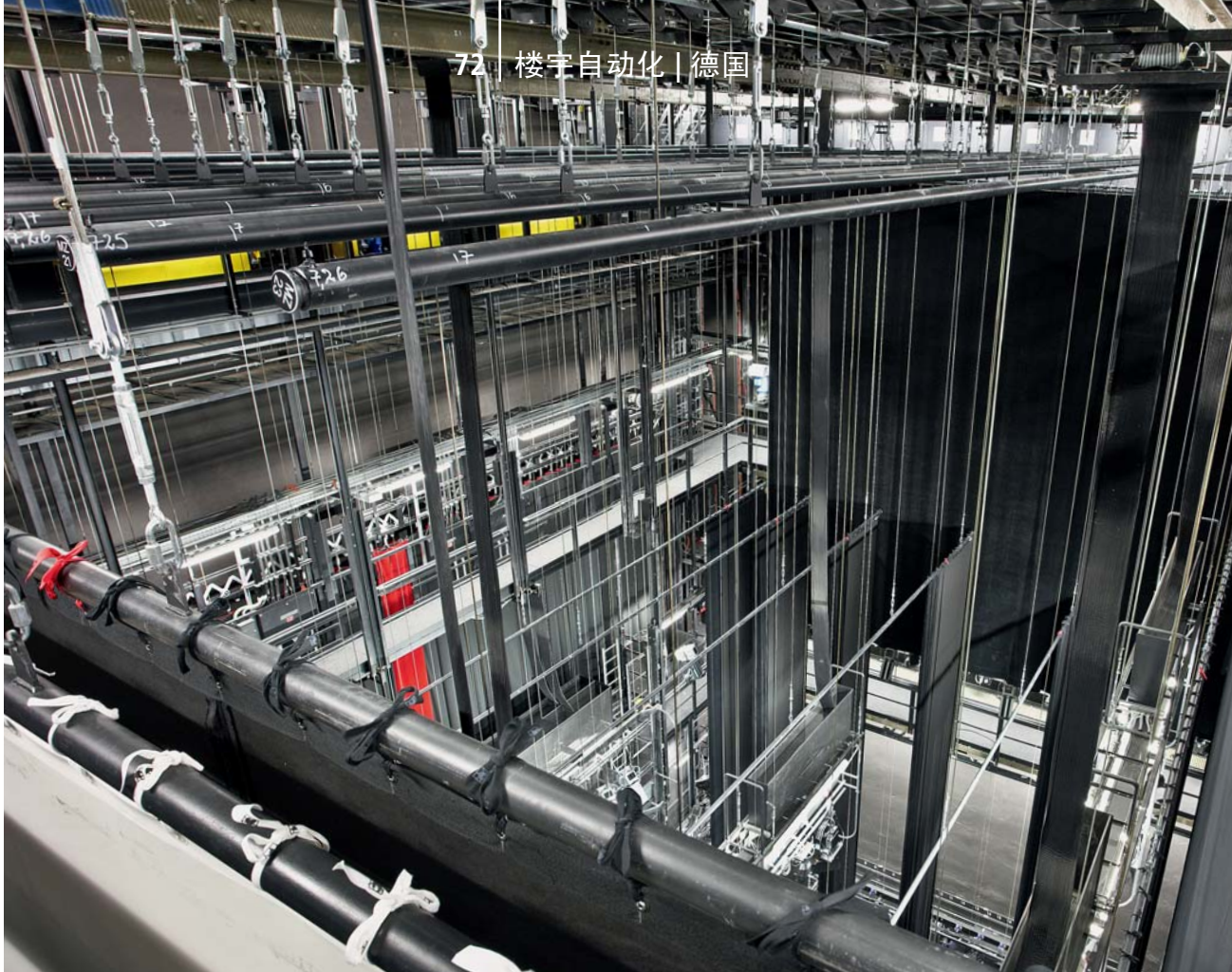
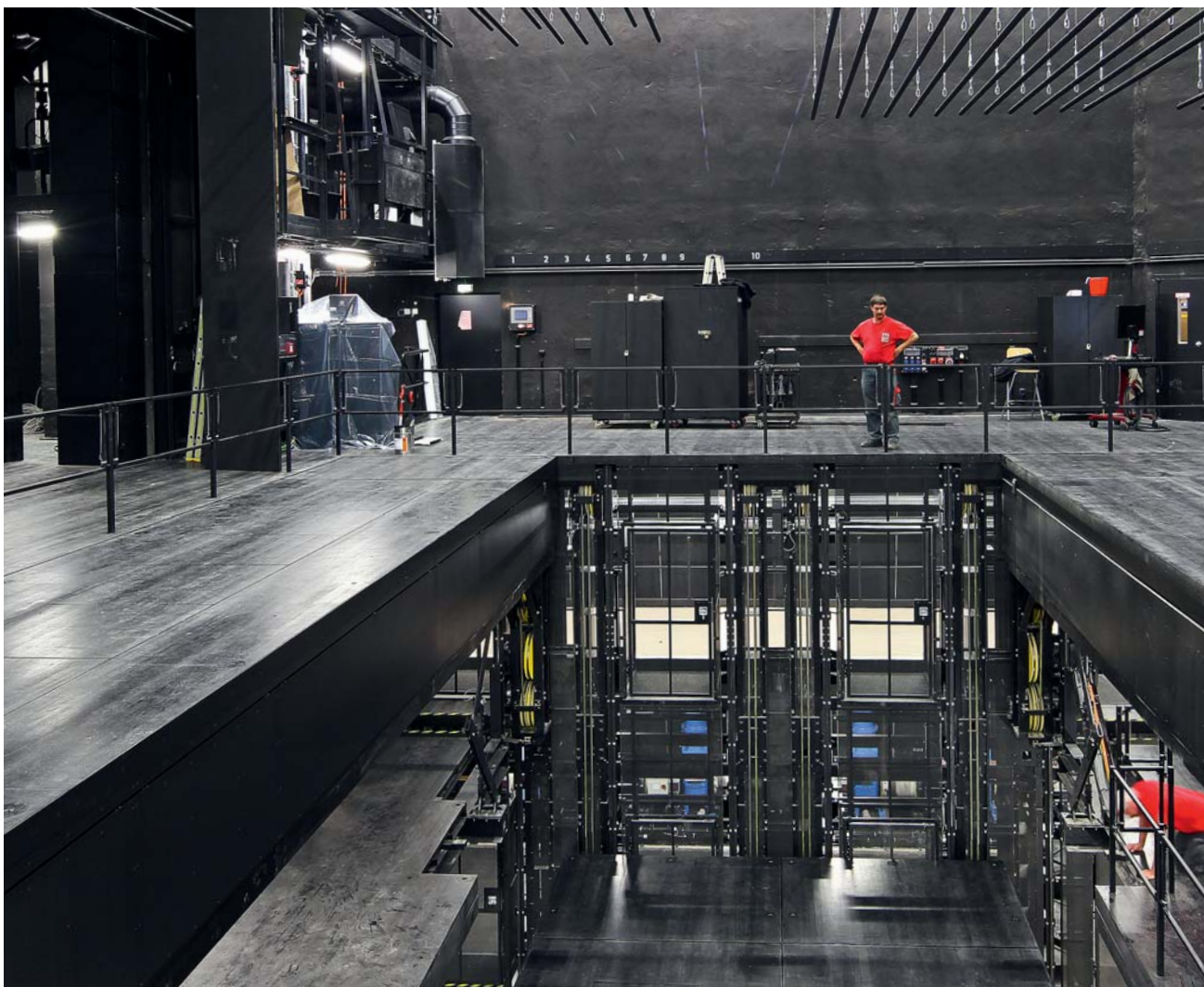


整个舞台机械设备及绕线盘视图：纽伦堡戏剧院中重建的舞台配有47台用于背幕、全景装置、渡桥码头、天桥侧光、驾空舞台照明、后舞台以及舞台台唇的机械吊机、10台单点吊机以及4个用作指挥台的下降装置，这些下降装置互相之间均可独立移动



该舞台的总面积为20 m x 35 m，其中主要区域、4个可移动的指挥台，占据了10.5 m x 12 m的面积





除了重新设计的观众席之外，重建之后的纽伦堡戏剧院更是拥有了超现代化的舞台设备，具备现今最先进的表演条件，重新焕发出了艺术/技术的熠熠光彩。

纽伦堡戏剧院整修的全新控制解决方案

基于 PC 以及 EtherCAT 的复杂舞台与剧院技术

在歌剧院与戏剧院上演的完美演出需要依赖超现代化的复杂舞台系统和技术。为了满足这些需求，德国纽伦堡戏剧院进行了为期两年的重新翻修与重建工作。整个舞台设备的翻新工程由德国 TTS (Theatertechnische Systeme) 公司总承包，这也是 TTS 公司首次完全采用德国倍福公司基于 PC 的控制技术和 EtherCAT 通信来完成复杂的项目。

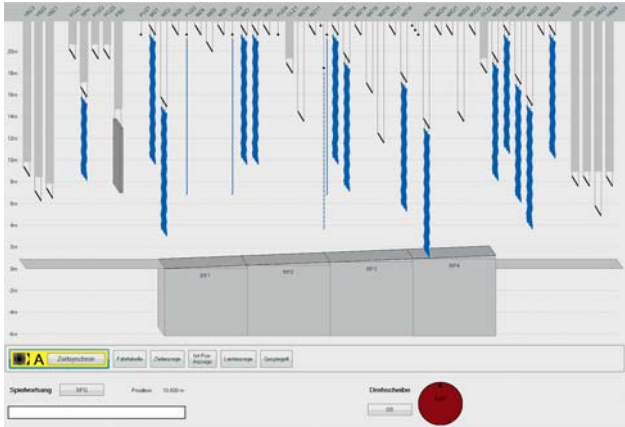


纽伦堡国家戏剧院每周需举行高达 14 场次的不同演出。只有凭借超现代化的舞台技术，利用升降式的指挥台，PC 控制的飞幕与转盘，以及最先进的照明技术，才可能实现如此高频率的演出安排。出于这样的考虑，剧院决定进行全面的翻修：除了接待区域之外，还对剧院的坐席、观众席以及整个舞台下方/上方的机械设备进行了翻修。德国 TTS 公司受委托实施从钢筋结构到电气与控制装置等方面的全部翻修工作。总部位于德国北部锡克的 TTS 公司致力于技术影院系统，20 多年来一直活跃于剧院和舞台技术的研发，并且自 2002 年起开始使用德国倍福公司的组件产品。

EtherCAT — 高速以太网，可用作更高层的总线系统

舞台的控制划分为不同的任务区域和功能区域，而各种各样的倍福工业 PC 以及 EtherCAT 总线系统的使用则贯穿于这些区域。主控制器是一台 TTS PC，作为线缆冗余的 EtherCAT 主站实施。安全功能由专门为剧院设计的软件进行控制。后备主站 PC 采用的是倍福 C6340-0020 控制柜式工业 PC，运行的是 TwinCAT I/O 软件，万一主 PC 出现故障，会由该后备 PC 接管对 EtherCAT 冗余网络的控制。

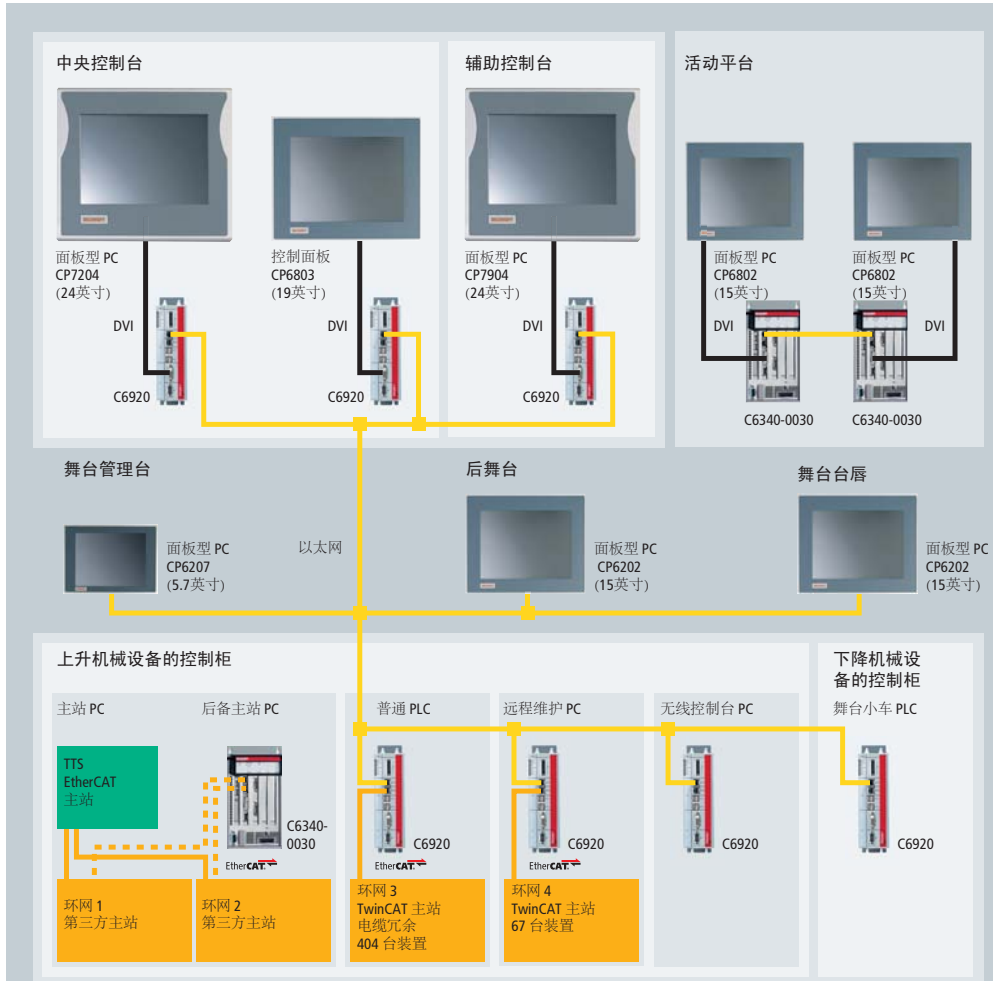
主控制台和辅助控制台则采用3台配有定制操作面板的倍福 C6920 控制柜式工业 PC；此外还有 4 台工业 PC，用于对舞台下方/上方的机械设备进行控制。



利用德国 TTS 专门开发的软件，可以实现舞台的可视化和可操作性



利用德国 TTS 专门开发的软件，可以实现舞台的可视化和可操作性。自 2002 年起，德国 TTS 公司便开始使用倍福公司的产品组件。“使用倍福公司的本地 I/O 产品，我们能够根据客户所需精确地量身设置系统。我们改用了倍福的面板型 PC 以及 TwinCAT 自动化软件之后，还成功地引入了总线端子” Frank Kremer 解释道，“最后，我们要选择一套适用的总线系统，最终我们选择了 EtherCAT，因为它包括了对我们来说最重要的功能：实时性，高带宽，线缆冗余式以及出色的诊断功能。”



主控制台上定制的倍福控制面板。24 英寸的显示器为舞台技术人员提供了整个系统的概览，而不需要滚动屏幕



倍福公司中负责与 TTS 公司紧密合作、并监督本项目执行的汉诺威销售人员 Hans-Helmut Mandel 称：“EtherCAT 的冗余性是该应用的一大亮点，可以保证最大的可用性。”

三台 CP6202 和 CP6207 面板型 PC 负责控制舞台管理台、主舞台以及舞台台唇。平台的下降由两个配有分离式 15 英寸面板的 C6340 控制柜式 PC 所控制。

舞台区分布有超过 5000 个 I/O 点，由 700 个 EtherCAT 端子进行监视和控制，这些端子又被划分为 4 个独立的 EtherCAT I/O 线束或者环网：

- | 环网1: TTS 控制器 (C6340 后备 PC)，电缆冗余: 82 台装置
- | 环网2: TTS 控制器 (C6340 后备 PC)，电缆冗余: 153 台装置
- | 环网3: 带有 TwinCAT 主站的倍福 C6340 IPC，电缆冗余: 404 台装置
- | 环网4: 带有 TwinCAT 主站的倍福 C6920 IPC: 67 台装置

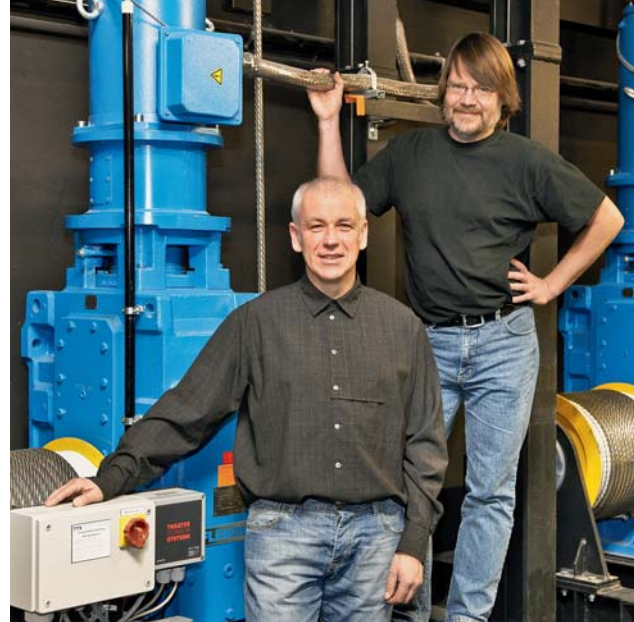
整个系统均可通过各个不同的控制台（固定式，移动式或者便携式）进行无线控制。只是版本不同。使用 8 个带有触摸屏功能的定制控制面板，其中一些面板配有集成式或者分离式的工业 PC，显示器尺寸范围从 5.7 至 24 英寸不等。

随着帷幕拉开的舞台布景变换

舞台完全重建以后，纽伦堡戏剧院目前具备 47 个机械吊机，10 个单点吊机以及 4 个下降式装置（指挥台），这些指挥台互相之间均可独立移动。舞台的总面积为 20 m x 35 m，其中的主区面积，包括四个可移动的指挥台，占据了 10.5 m x 12 m 的面积。每个指挥台均配备有一个所谓的倾斜盖，最多可以使得整个指挥台表面倾斜 10 度。每个倾斜盖配有 7 个电驱活门，可用于打开舞台的地板。两个下降式平台放置于活门下方指挥台的悬吊式小舞台上。此外，还有一个可折叠的舞台车，配有集成直径 10 米、重 20 吨的转盘。如果不需要使用转盘车，可以将其折叠到舞台的后方，并往上拉到停泊的位置。这里的提升/折叠操作是由一个提升能力为 60 吨的液压缸来完成的。

舞台的技术功能为各种艺术演出提供了新的可能性。舞台的开放式转换便是其中一个亮点，也就是说场景可以随着帷幕的拉开而转换。待帷幕完全拉开之后，技术人员可在操作界面上选择先前所创建的舞台运动序列（所谓的场景转换），并执行这些序列。因此，只需轻轻点击一下按钮，即可实现复杂的舞台运动。而且，所有的驱动模式都是同步的，这样就可以轻松实现舞台下方与上方机械设备之间的同步运动。

“剧院工作人员十分重视控制器的安全性及其高可用性。为了确保遵循 SIL 3 的安全要求，系统中使用了冗余配置的 EtherCAT 总线主站以及配有冗余电缆的 EtherCAT”，德国 TTS 项目经理 Frank Kremer 解释道。



Frank Kremer（左），TTS 影院技术系统公司项目经理；
Ole Sörensen（右），TTS 软件开发人员

EtherCAT 可提供精确的同步运动序列

对于每一个需要控制的驱动器，无论是背幕吊机还是单点吊机，均设有一个轴装式 PC；总共安装有 70 个 EtherCAT 驱动器。TTS 的中央 PC 可对整个驱动设备进行控制。每一个轴装式 PC 均负责相应驱动轴的定位和监视，它们都可以通过总线系统接收到来自主站 PC 的驱动命令以及整定值。“通过采用该全新一代的控制器，我们可以将 EtherCAT 作为总线系统贯穿使用。EtherCAT 结合了高带宽以及实时能力等优点，并具备电缆冗余性的特点，这使其能够同步地控制驱动器，具有极高的可用性”。Frank Kremer 评论道。

双通道主站 PC 可以计算来自各个控制台的输入数据，处理来自各个驱动手柄的驱动命令。它还能够将数据转发到轴装式 PC，并控制整个控制器之间的数据通信，使其严格按照特定的运动序列和轴定位执行运动输出。主站 PC 可以同步控制舞台上与下方的机械设备的轴，如同步驱动指挥台以及停靠在指挥台上的背幕吊机。

一切都一目了然

“总的来说，所安装的新舞台设备完全满足了我们的要求和功能”纽伦堡戏剧院的舞台总监 Florian Steinmann 很肯定地说，“由于这些精心设计的舞台装饰以及日益复杂与数量庞大的舞台区域变换，新舞台机械设备让我们为日后的演出做好了准备。使用 24 寸的显示屏，无需滚屏即可浏览整个舞台的概览。因此，这一套复杂系统的操作与监控也变得更加简单，更具用户友好性。”