



智慧空调 IoT 解决方案

在全球净零碳排与永续经营趋势下，教育产业也逐步导入 ESG 永续发展理念。补教机构作为高密度人员活动空间，其空调系统不仅影响能源消耗，更直接关系到学生健康与学习质量。透过 IoT 技术打造智能空调管理系统，补教机构可同时达成节能减碳、优化环境质量与提升营运治理效率，实现永续发展目标。

一、补教机构空调管理痛点与 ESG 挑战

补教机构普遍面临的问题，包括教室使用时间集中但不固定、空调设备长时间运转耗能极高、人工管理效率低且缺乏数据支持、空气质量难以稳定控制，对应 ESG 面向：



二、导入智能空调 IoT 系统架构

透过物联网技术串联空调、传感器与云端平台，建构可视化管理系统。

核心采用 IAD200 工业级 4G LTE 路由器，整合 LTE、Ethernet 与 RS485 接口，并支持 MQTT、VPN (IPsec/WireGuard) 及 Modbus RTU 等通讯协议。系统能实时搜集空调运转状态、故障信息，并结合环境或人流感测数据，实现远程精准监控与自动化节能调度。

三、核心功能与 ESG 效益

核心功能		ESG 效益	
1	智慧排程控制 <ul style="list-style-type: none"> ● 环境 Environmental ● 治理 Governance 	依据课表自动控制空调 <ul style="list-style-type: none"> - 上课前预冷 - 下课后自动关闭 - 非营业时间停止运转 	<ul style="list-style-type: none"> ● 减少不必要耗电 ● 建立标准化管理流程
2	人流感测节能 <ul style="list-style-type: none"> ● 环境 Environmental 	透过传感器判断教室使用状态 <ul style="list-style-type: none"> - 无人时自动关机或升温 - 人数增加时自动调整冷房能力 	<ul style="list-style-type: none"> ● 降低能源浪费 ● 减少碳排放
3	空气质量管理 <ul style="list-style-type: none"> ● 社会 Social 	结合 CO₂ 与温湿度监测 <ul style="list-style-type: none"> - 自动调整空调或通风 - 维持舒适学习环境 	<ul style="list-style-type: none"> ● 提升学生健康与专注力 ● 降低密闭空间风险
4	中央监控与多据点管理 <ul style="list-style-type: none"> ● 治理 Governance 	云端平台随时监控 <ul style="list-style-type: none"> - 实时监控所有教室空调状态 - 远程控制设备 - 统一管理策略 	<ul style="list-style-type: none"> ● 提升管理透明度 ● 强化跨据点营运能力
5	能源分析与碳排管理 <ul style="list-style-type: none"> ● 环境 Environmental ● 治理 Governance 	系统提供数据 <ul style="list-style-type: none"> - 用电统计与趋势分析 - 教室能耗比较 - 碳排当量估算 (CO₂e) - 透过 RPA 机器人流程自动化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 作为节能改善依据 ● 直接转制 ESG 报告书 ● 实现零人工、可稽核的永续管理流程
6	预防性维护 <ul style="list-style-type: none"> ● 治理 Governance ● 社会 Social 	掌握设备状态 <ul style="list-style-type: none"> - 滤网清洁提醒 - 冷媒异常警示 - 故障预警 	<ul style="list-style-type: none"> ● 提升设备可靠度 ● 确保学习不中断

四、通讯与资安设计

在通讯与资安应用方面，旨在为教育机构打造一个既高效又稳固的数字管理基石。本应用采用 MQTT 作为主通讯协议，MQTT 以其「低带宽占用」与「高实时性」的特性，能确保在教育现场大量的 IoT 设备同步运作时，依然保持极高的数据传输效率与反应速度，是物联网应用架构的首选。

为了落实全方位监控，从端到云端的无缝整合，将通讯层级划分为设备端、网关端、云端。在本地设备端可透过 Modbus RTU 或红外线进行基础讯号撷取，网关端则将底层信息转换为 Modbus TCP，确保本地端数据的高效交换，云端服务运用 MQTT 与 HTTPS 进行远程监管，确保信息在广域网上能稳定传输。

资安是教育场域不可妥协的底线，应用导入 TLS 1.2/ 1.3 加密协议与 VPN 安全通道，构筑坚实的防护网。配合严格的装置身分验证，有效防止未经授权的设备接入，确保教学与管理数据的完整性与私密性。

这样的应用设计不只是技术升级，更符合 ESG 治理要求。透过精确的数据收集与资安管控，机构能落实节能减碳目标，同时保障信息安全，展现对数字责任与永续经营的承诺。

五、应用情境



大型连锁补教机构

- 总部透过云端平台管理多分校空调，提供舒适空气质量
- 实时掌握各据点能源使用状况，智能温控提升品牌形象
- 统一节能政策，强化 ESG 永续经营
- ESG 报告整合



中小型才艺教室

- 利用课表自动控制空调
- 无需额外人力操作，降低忘记关机问题
- 快速导入低成本 IoT 应用
- 作为招生差异化优势

六、导入效益

在不更换既有空调设备下导入 IoT 应用，可透过 IAD200 工业级 4G LTE 路由器及传感器等实现远程监控、节能控制，较低的 CAPEX 投入，能有效节省耗电支出外，同时提升空气质量与舒适度，并透过数据分析强化设备维护与 ESG 管理效率。

面向	核心作法	节电幅度	ROI
设备面	建置 VRF 变频多联式空调设备	20% ~ 50%	CAPEX 导向、ROI 期长
管理面	导入监控系统、缺失查核、节能策略	10% ~ 30%	CAPEX 较低、ROI 较快
行政面	用电透明化、教育训练、KPI 制度	5% ~ 15%	实时、需长期制度管理

数字转型与永续发展的契机

将物联网 IoT 应用导入教学环境，虽然科技发展快速，但其本质仍应以人为核心，不仅是技术的升级，更深刻影响了教育本质，教育的本质在于「以人为本」的熏陶与引导，不仅是知识的灌输，也传递关于互动、实践与适性化的核心价值，智能空调 IoT 应用是为了让教育更具效能，同时不失人文温度与安全性。

补教机构导入智能空调 IoT 应用，可已将自身从「被动设备使用」转型为「主动智能管理」，不仅能有效降低能源成本，从 ESG 三大面向全面提升营运价值，更能提升教学质量与品牌竞争力。本解决方案具备高度可扩展性，在环境面实现节能减碳，在社会面改善学习环境，在治理面建立数据化与透明化管理，可逐步整合至智能校园与智慧城市架构，成为教育产业迈向永续发展与数字转型的重要关键。

